

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros

**Modelo de control presupuestario aplicado a los costos de manufactura
de productos farmacéuticos ecuatorianos**

Esteban Fabricio Robayo Muela

Tutora: Laura Belém Lazo Sandoval

Quito, 2020

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional		
	Reconocimiento de créditos de la obra	
	No comercial	
	Sin obras derivadas	
Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia		

Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis

Yo, Esteban Fabricio Robayo Muela, autor del proyecto profesional intitulado “Modelo de control presupuestario aplicado a los costos de manufactura de productos farmacéuticos ecuatorianos” mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magister en Gestión Financiera y Administración de Riesgos Financieros en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha.

Firma:

Resumen

En los últimos años, el éxito de las empresas se ha definido conforme a su capacidad de generar y procesar información de manera eficiente con miras a la toma de decisiones económicas. En el sector real, la globalización y la destrucción progresiva de las barreras del mercado internacional han provocado que las industrias reconfiguren sus procesos y estructuras administrativas para adaptarse a la competencia. En el sector industrial los costos productivos son esenciales en la toma de decisiones comerciales y la definición de estrategias de negocio.

A través de los años se han definido varias metodologías para establecer el costo de los productos disponibles de una organización, actualmente la metodología de costeo *ABC* es la más reconocida por su aplicación en las industrias de primer mundo debido a que descompone todos los procesos productivos en actividades valoradas específicamente permitiendo construir el costo de los productos aplicando la combinación de procesos y recursos necesarios. El objetivo fundamental de la metodología es establecer el mejor costo unitario de cada producto el cual refleje la realidad de la organización.

Las estrategias actuales para definir el valor de los procesos requieren actividades de observación extensas y costosas fundamentadas en datos congelados a la fecha de análisis, esto genera una gran limitación en los resultados obtenidos al transcurrir periodos de tiempo y volúmenes de producción significativos. Desde este punto de vista se plantea un modelo de control financiero que permite ejecutar simulaciones fundamentadas en datos históricos económicos y productivos propios de la industria. El modelo establece la actualización constantemente de los datos recogiendo el comportamiento propio de la organización con el fin de obtener un indicador de costo estándar unitario que facilitará la toma de decisiones económicas futuras.

El indicador de costo unitario estándar obtenido a partir de la aplicación del modelo al producto estrella de una industria farmacéutica refleja una desviación mínima de los comportamientos reales obtenidos respecto de los estimados, por lo cual sugiere que es adecuado utilizar el indicador dentro de la evaluación y preparación de presupuestos financieros, la evaluación de alternativas de negocio y/o el control financiero de desviaciones en la producción.

Dedico este trabajo a mi padre y mi madre por el inmenso agradecimiento que les tengo por todo el esfuerzo, amor y dedicación que han tenido a lo largo de mi vida, sin duda alguna gracias a ellos he logrado ser una persona de bien, con valores y principios personales y profesionales sólidos. No me alcanzará el tiempo para agradecerles y pagarles todo lo que han hecho por mí.

Siento que mi propósito de vida es contribuir a la sociedad con todo el conocimiento que pueda brindar a lo largo de los años. Espero que este escrito sea de utilidad para los lectores y poder poner un buen ejemplo para aquellos profesionales que están formándose académicamente.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis padres quienes me han apoyado a lo largo de mi vida personal, académica y profesional siendo un eje fundamental para mi formación. Sin duda los valores que me han sido inculcados me han llevado a tomar decisiones acertadas que me han permitido llegar a este punto académico. Quisiera agradecer también a todos los docentes que han sido parte de mi formación académica tanto de pregrado como de posgrado, pues de cada uno de ellos he sabido rescatar conocimientos que han aportado valiosamente a mi desarrollo profesional.

Finalmente me gustaría dar las gracias a mis amigos, compañeros de aula y colegas de trabajo que he tenido los últimos años pues junto a ellos he desarrollado habilidades personales y complementarias de otras ramas que han fortalecido mi desarrollo y mística de trabajo.

Desde lo más profundo de mi corazón a todos muchísimas gracias.

Tabla de contenidos

Figuras y Tablas	13
Introducción.....	15
Capítulo primero: Costo de producción en las industrias.....	19
1. Introducción a la teoría de costos de producción.....	19
2. Metodología de costeo ABC y determinación de tarifas unitarias	21
3. Contabilidad de costos en la toma de decisiones empresariales	25
4. Identificación y determinación de tarifas de costo	26
5. Introducción de la metodología de simulación <i>Monte Carlo</i>	28
Capítulo segundo: Control presupuestario y evaluación de operaciones productivas en la industria	31
1. Medición de rendimiento productivo a partir de información financiera	31
2. Evaluación de cumplimiento presupuestario a partir de estándares productivos	33
3. Toma de decisiones a partir de información financiera manufacturera.....	36
Capítulo tercero: Modelo de control presupuestario del costo de manufactura en la industria	41
1. Descripción y metodología del modelo control presupuestario.....	41
2. Determinación de indicadores estandarizados de costo de producción	48
3. Evaluación de proyectos a partir de indicadores estandarizados de costo de producción	54
4. Control y pronosticación presupuestaria a partir de indicadores estandarizados de costo de producción	55
Conclusiones y recomendaciones.....	59
1. Conclusiones.....	59

2. Recomendaciones	61
--------------------------	----

Obras citadas.....	63
--------------------	----

Figuras y Tablas

Tabla 1 Base de datos - Materiales y MP-----	43
Tabla 2 Base de datos - Horas máquina CIF -----	43
Tabla 3 Base de datos - Horas hombre MOD-----	44
Tabla 4 Base de datos - Unidades producidas -----	44
Tabla 5 Fórmula del producto-----	45
Tabla 6 Ruta del producto CIF -----	46
Tabla 7 Ruta del producto MOD-----	46
Tabla 8 Simulaciones - Materias primas-----	50
Tabla 9 Simulaciones – Costos Indirectos-----	50
Tabla 10 Simulaciones - MOD horas -----	51
Tabla 11 Simulaciones - MOD unidades -----	51
Tabla 12 Indicador de costo estándar -----	51
Tabla 13 Niveles de desviación. -----	57
 Figura 1. Costo del producto terminado	 22
Figura 2. Costeo ABC	27
Figura 3. Cuellos de botella.....	37
Figura 4. Demanda mensual	49
Figura 5. Distribución - Costos unitarios estándar	52
Figura 6. Resultados Backtesting	53

Introducción

“El competidor a ser temido no es el que nunca se preocupa por ti, sino el que continúa haciendo que su negocio sea mejor todo el tiempo” *Henry Ford*. Sin duda alguna en la última década la sociedad ha sido testigo de lo cambiante que puede ser el mundo, por lo que la fragilidad de las estructuras sociales y económicas frente a disputas políticas, corrupción, sistemas de comunicación masivos, economías monopolistas y enfermedades catastróficas; han hecho que los profesionales noten la importancia que tiene el mantener estructuras flexibles, con estrategias contingentes definidas y funcionales.

El sector real, compuesto por industrias, comercializadores y empresas prestadoras de servicios, es la clave en el desarrollo económico, productivo y social en cualquier parte del mundo, sin embargo, los procesos de globalización y las últimas crisis han provocado una contracción sumamente importante en la macroeconomía que ha desembocado en el sector real, impactando directamente a las empresas y a la sociedad. Por ello el mundo se encuentra en un momento crucial en donde la eficiencia en la gestión administrativa, la medición de riesgos y el procesamiento eficiente de información; es el único camino que asegura la sobrevivencia y continuidad de las operaciones de las empresas en el mercado.

En los siguientes años las empresas industriales afrontarán importantes desafíos para adaptar sus grandes estructuras operacionales y administrativas hacia las necesidades y dificultades del mercado. Bajo este contexto es de suma importancia analizar los aspectos clave que influyen dentro de un proceso adecuado de toma de decisiones económicas. Los aspectos generales sobre los cuales se toman decisiones en una industria tienen que ver con el perfil financiero, operativo y comercial de cada organización siendo fundamental el equilibrio e interacción sana de todos estos componentes hacia un mismo objetivo estratégico. Principalmente desde un enfoque financiero se requiere mantener información transparente, íntegra, oportuna, exacta y relevante sobre la situación económica que atraviesa la organización; y desde un enfoque comercial la información debe permitir a los altos directivos tomar decisiones sobre las estrategias de mercado y el direccionamiento de las operaciones.

Uno de los puntos cruciales a manejar en la planificación financiera y estratégica dentro de una industria es el **costo de manufactura** de los inventarios debido a su incidencia directa en decisiones económicas como son: la evaluación de factibilidad de

nuevos negocios, el lanzamiento de nuevos productos al mercado, la eliminación de líneas comerciales ineficientes, la definición de estrategias comerciales, entre otras como se menciona en estudios como el de *Paula Iavarone 2012* que muestra la importancia que tiene una adecuada medición de costos en la industria alimenticia dentro del desarrollo económico empresarial; la investigación empírica de *Muñoz, Ríos y Guardado 1999* que muestra que la aplicación del costeo ABC en una empresa promueve la optimización de recursos y permite una adecuada administración sobre las líneas de negocio. (Iavarone 2012, 183) (Muñoz 1999, 130). Por otro lado, el control de los costos de manufactura permite evaluar niveles de cumplimiento presupuestario, desviaciones inusuales de las operaciones productivas y la elaboración de pronósticos financieros futuros. Otros estudios como el de *Kaka y Price 1993* muestran que otros sectores no industrializados como por ejemplo los contratistas requieren modelos que les permitan estandarización de costos para pronosticar los flujos de caja futuros necesarios para la ejecución de proyectos, además establecen que la aplicación de modelos matemáticos en adhesión a la teoría de costos genera resultados mucho más ajustados a la realidad. (Kaka 1993, 271-283)

Existen estudios como el de *Hoque Zahirul* que demuestran que existe mayor automatización y reducción de ineficiencias cuando la información de costos tiene un papel de mayor relevancia en la toma de decisiones de gestión financiera y productiva, lo cual fue analizado a través del uso de pruebas bivariadas y análisis de regresión múltiple a una base de datos que recopila información de varias empresas industriales de Nueva Zelanda. Bajo estos precedentes las organizaciones a nivel mundial han visto la necesidad de destinar recursos para el desarrollo de técnicas y procesos que faciliten la obtención de información detallada sobre sus costos productivos y les permita obtener mejores beneficios económicos futuros, inclusive ventajas competitivas. (Hoque 2000, 133-159)

La teoría de costos menciona varias metodologías contables que permiten determinar el costo de manufactura de los inventarios como: el método de costeo por absorción, el costeo variable, el costo promedio y el costo estándar. Cada metodología cuenta con características propias que le dan al usuario ventajas y/o desventajas en el análisis de información de acuerdo con el tipo de organización en la cual se aplica. Las industrias en general al mantener niveles de producción y comercialización sumamente grandes han adoptado la metodología de costeo estándar como la mejor alternativa de planificación y control, debido a que brinda la oportunidad de evaluar el rendimiento

operacional de forma continua y permite la toma de decisiones oportunas. (Horngren, Datan y Rajan 2012, 138-182)

Ahora bien, para la definición de la tarifa estándar por producto se han creado varias técnicas teóricas como son: el *costeo objetivo* que trata de medir el costo reduciendo un margen de ganancia esperada del precio de venta; por otro lado, el *costeo de cadena de valor* considera el conjunto de actividades que una empresa lleva a cabo para producir y llevar al mercado el producto y distribuye el valor de cada actividad de forma equitativa a cada producto; y finalmente el *costeo ABC* que identifica todas las actividades del proceso productivo que se realizaron para la manufactura del producto separando los costos fijos de los variables para luego acumularlos de acuerdo con la fórmula y ruta de cada producto. Cada resultado obtenido mediante las diferentes metodologías mantiene variaciones económicas con respecto de los otros, a pesar de que las mismas no son significativas en aspectos unitarios al extrapolar el valor al nivel de producción el impacto es sumamente importante. (Polimeni et al.1997,393-534)

El problema surge en cómo definir la mejor técnica, modelo o conjunto de estrategias de costeo para recoger la información propia de una empresa y obtener indicadores financieros adecuados, que mantengan una aplicación constante e inclusive puedan ser utilizados frente a cambios en las estructuras, políticas y procesos organizacionales. Por las características inherentes de cada metodología las industrias en todo el mundo tienden a utilizar el método de costeo estándar en conjunto con la técnica de *costeo ABC* para la determinación de las tarifas unitarias de costo de manufactura por los beneficios que brinda para la planificación y control organizacional. Se debe considerar que cada empresa es diferente y la clave de una correcta aplicación de la metodología *ABC* se reduce a la valoración de cada una de las actividades productivas. Como se menciona en el estudio realizado por *Everaert, Bruggeman, Sarens, Anderson y Levant 2008* las necesidades actuales de los negocios trascienden sobre las metodologías clásicas demostrando que acoplar el *costeo ABC* mediante metodologías matemáticas estimativas mejora la precisión de los datos y reduce las brechas en la información financiera real y planificada. (Everaert 2008, 172-191) Tradicionalmente la metodología *ABC* se implementa mediante un estudio de tiempos y movimientos en el área productiva dentro de un determinado periodo y bajo condiciones estáticas. A partir de este estudio se obtienen tarifas de costo estándar que serán utilizadas para la toma de decisiones y registros contables, sin embargo, las empresas suelen tener desviaciones en la

información futura debido a que el proceso no se retroalimenta con frecuencia por su alto consumo de recursos económicos y operativos.

En el presente trabajo se propone una alternativa de modelo matemático financiero que recoja el comportamiento y las características inherentes de producción de una empresa industrial a través del tiempo y permita determinar tarifas estandarizadas de costo de manufactura para la toma de decisiones. Para ello se realiza un modelo de simulación *Monte Carlo* integrado al costeo *ABC*, en donde se calculan miles de escenarios posibles y se recoge el valor estandarizado del costo de manufactura más probable. El modelo permite a la alta gerencia obtener indicadores para un control presupuestario adecuado que parte de información de producción histórica y establece lineamientos para la toma de decisiones futuras. El modelo presenta ventajas como bajos costos de implementación y retroalimentación continua con información diaria, por otro lado, se encuentra limitado a los eventos pasados y no considera eventos extremos.

La investigación fue desarrollada con información histórica obtenida del producto estrella de una industria farmacéutica ecuatoriana, sin embargo, el modelo es aplicable a todos los tipos de industria que mantienen una metodología de costeo estándar bajo los parámetros establecidos del *costeo ABC*. Es importante recalcar que ningún modelo matemático permite obtener un grado de certeza absoluta sobre resultados futuros, sin embargo, los resultados obtenidos en la aplicación del proyecto reflejan un gran nivel de ajuste respecto de los resultados reales obtenidos por la empresa a finales de 2019. En ese sentido se deja apertura a los lectores a la investigación más profunda de esta metodología en otros sectores productivos.

Capítulo primero

Costo de producción en las industrias

1. Introducción a la teoría de costos de producción

La contabilidad de costos es una rama de la contabilidad destinada a la acumulación y análisis de información relevante para la toma de decisiones dentro de una organización. Frecuentemente los altos directivos toman en cuenta la información histórica registrada para evaluar la gestión adecuada de los procesos que conforman la cadena de valor, así como también para pronosticar costos y beneficios futuros. La principal característica de la contabilidad de costos es que permite incluir el nivel de detalle necesario para satisfacer las necesidades de información de los altos directivos de acuerdo con sus recursos disponibles, dándole una cualidad de flexibilidad y adaptabilidad a toda la organización. (Horngren, Datan y Rajan 2012, 3)

Ahora bien, es importante definir el concepto de *costo* desde la teoría, en donde se establece que un costo representa un sacrificio de recursos asignados para cumplir un objetivo específico, en otras palabras, representa la cantidad monetaria que debe pagarse para obtener bienes o servicios. Al aterrizar el concepto a la realidad de un producto o servicio el cual toma el nombre de *objeto del costo*, se pueden identificar conceptos adicionales como el costo de materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación que son esenciales para la producción de un bien o servicio. (Polimeni et al.1997,28)

Una correcta acumulación de costos requiere la identificación y asignación de los costos directos e indirectos que mantiene la industria a cada uno de los productos o servicios disponibles para la venta, los cuales serán representados por un solo monto denominado “costo unitario”. Los costos directos se definen como aquellos que se relacionan con el objeto de costo en particular y se le pueden atribuir desde un punto de vista económico como son: los materiales incluidos en la transformación del producto terminado, así como también el tiempo de mano de obra registrado en la confección. Por otro lado, los costos indirectos son aquellos que se relacionan con el objeto de costo pero que no se pueden atribuir específicamente al mismo desde un punto de vista económico como son: las horas de trabajo de supervisión de planta, los servicios básicos requeridos, combustibles, suministros, entre otros.

El principal desafío al que se enfrentan las organizaciones hoy en día es el poder realizar una asignación de costos adecuada en especial cuando se dificulta la identificación directa. Sin embargo, también es importante considerar el efecto que tienen los costos fijos y variables en la determinación del costo total de un producto o servicio. El presente trabajo está enfocado y dirigido hacia la industria, en ese sentido de aquí en adelante se trata al objeto de costo como un bien tangible producido por una empresa industrial, es decir un inventario.

Cuando se trata de definir tarifas unitarias de costo para los productos fabricados necesariamente se debe considerar el efecto de los costos fijos y variables sobre el producto final. Un costo fijo se define como aquel que se mantiene constante independientemente del volumen producido por la organización como por ejemplo el arriendo de la planta productiva, en donde el monto representa una cuota fija mensual sin importar la cantidad de unidades fabricadas; por otro lado, los costos variables se encuentran vinculados directamente al volumen de producción como por ejemplo el caso de las materias primas, en donde a mayor volumen de producción se requiere mayor consumo de materias primas. (Polimeni et al.1997,30)

Considerando estos factores se han desarrollado varias metodologías teóricas que buscan asignar los costos de producción a cada uno de los productos fabricados tomando en cuenta variables distintas que pueden ajustarse a una u otra organización en conformidad con sus recursos e información disponibles. Es importante recalcar que la información resultante de los procesos de costeo genera un gran valor agregado para la gestión interna de la organización e inclusive la implementación de nuevas metodologías evidencia falencias existentes en los procesos operativos internos que pueden ser corregidas oportunamente.

En la actualidad las empresas industriales han optado por buscar robustos niveles de detalle en la información de costos, pues se han dado cuenta del beneficio potencial que tiene la toma de decisiones basadas en análisis de esta información. Existen varios estudios como el de *Hoque* que han demostrado que existe una automatización y reducción de ineficiencias cuando se toman decisiones basadas en información de costos. Por ello, las empresas industriales tienden a realizar estudios de actividades, tiempos y movimientos que les permite mantener una visión más completa de las operaciones productivas y a la vez fortalezcan los criterios con los cuales los costos son asignados.

En la práctica las industrias han tomado la metodología de *costeo ABC* como un referente idóneo para aplicar dentro del proceso de costeo de manufactura debido a que

el nivel de detalle es amplio y genera valor agregado para los procesos de gestión operativa. Usualmente esta metodología se aplica en combinación con la técnica contable de registro de inventarios estándar, la cual en términos generales tiene como objetivo registrar el inventario bajo el mejor costo teórico estimado por la organización para cada uno de sus productos, permitiendo reflejar por separado las desviaciones respecto al costo real en el estado de resultados. Finalmente, esta información permite dejar en evidencias las ineficiencias operativas valoradas. A continuación, se describirá el proceso de aplicación de la metodología *ABC*.

2. Metodología de costeo ABC y determinación de tarifas unitarias

Para comprender la tarifa de costo unitario de un producto es preciso profundizar en cada uno de sus componentes básicos (materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación) con el fin de incluir todos los aspectos propios de la organización dentro de la valoración del producto final.

La *materia prima directa* se define como todo elemento que mediante un proceso de transformación y combinación con otras materias primas pasarán a formar parte de un nuevo bien denominado producto terminado. La característica fundamental para identificar si un material o materia prima es directa es que el producto final lo contiene como un componente de este. Por otro lado, todos aquellos materiales que son utilizados en el proceso productivo pero que al final no son componente del bien terminado son conocidos como *materia prima indirecta* y se evalúan como un *costo indirecto de fabricación*.

Usualmente dentro de una empresa industrial los costos de las materias primas suelen representar más del sesenta por ciento del costo total unitario, lo cual es razonable considerando una producción masiva en donde el costo de mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación son distribuidos al total de la producción pues en varios casos son fijos y por tanto a mayor producción el valor unitario disminuye. Mientras que las materias primas tienen una esencia puramente variable y su costo solo puede ser disminuido a través de mejores condiciones de compra con el proveedor o a través de rendimientos superiores en el proceso productivo.

La *mano de obra directa (MOD)* incluye el valor monetario equivalente a todos los beneficios sociales percibidos por los trabajadores que se encuentran directamente vinculados con la manufactura del producto, es decir aquellos que pertenecen a las líneas de producción excluyendo procesos de supervisión y aseguramiento de calidad. Los demás costos laborables de las líneas productivas que no pueden ser atribuidos

directamente a la fabricación de un producto se asignan como un costo de *mano de obra indirecta (MOI)*. En el Ecuador los conceptos legalmente reconocidos como beneficios sociales son: sueldos o salarios, horas extras ordinarias y extraordinarias, décimo tercero, décimo cuarto, vacaciones, aportes personales, aporte patronal, fondos de reserva, jubilación patronal y beneficios por desahucio; en adición pueden existir beneficios propios de cada empresa que se deberán considerar dentro del concepto de *mano de obra directa o indirecta* según sea el caso específico. (EC 2005)

Los *costos indirectos de fabricación* se definen como todos aquellos costos esenciales para completar el proceso productivo pero que no pueden ser asignados específicamente a la confección de un producto. Como ejemplo se puede observar el consumo de electricidad, el cual es fundamental para el funcionamiento de las máquinas, sin embargo, no se puede identificar plenamente que el consumo de energía en un periodo fue exclusivo para un producto e inclusive en muchas organizaciones no se puede medir el momento en que se confeccionó un producto. Los principales elementos que abarcan este concepto incluyen: materiales indirectos, mano de obra indirecta, combustibles, energías, depreciaciones y costos de servicios administrativos necesarios como son los sistemas tecnológicos y aseguramiento de calidad. En la *Ilustración 1* se muestra una representación de la constitución general del costo unitario.

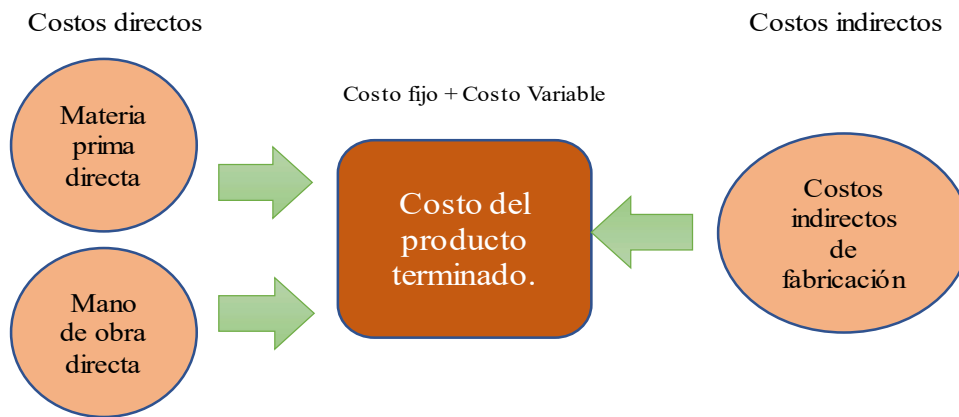


Figura 1. Costo del producto terminado
Fuente: (Polimeni et al.1997)
Elaboración propia

Una vez establecidos los conceptos de costo a ser tomados en cuenta, es importante conocer las fuentes de información y las metodologías básicas de asignación de valores totales a productos específicos. Desde el aspecto financiero se puede encontrar

un detalle de valores totales clasificados por concepto dentro de los sistemas informáticos contables de la organización. Una práctica común suele ser el aplicar técnicas estadísticas o econométricas en la pronosticación de resultados económicos a nivel de presupuesto financiero.

Una vez determinado el valor monetario a distribuir a los productos, se debe establecer metodologías que permitan asignar cada uno de los montos a todos los productos que van a estar disponibles para la venta. Para ello la teoría establece los *generadores de costo* que se definen como una variable que influye de forma causal en los costos de manufactura de la organización como por ejemplo, las horas de trabajo, las horas de trabajo de las máquinas, el volumen de producción o el nivel de actividad, entre otros. No existe una normativa que mencione y vincule directamente un generador de costo para realizar la distribución de un concepto específico, sin embargo, es una buena práctica el realizar un análisis técnico de causalidad para cada concepto. De esta forma, las industrias en general han adoptado la distribución del costo de materias primas mediante el número de unidades producidas, los costos de mano de obra directa a través del número de horas laborales trabajadas por los empleados, y finalmente los costos indirectos por horas de trabajo de las maquinarias.

Conociendo los conceptos básicos de costos y las generalidades establecidas en la teoría para la asignación de estos a los productos terminados, la alta gerencia debe tomar una decisión fundamental sobre la metodología contable de costo a emplear de acuerdo con sus necesidades de información interna y con las dificultades inherentes en la ejecución de procedimientos.

En la actualidad, la Junta de Normas Internacionales de Contabilidad conocida por sus siglas en inglés *IASB* ha tomado gran relevancia para las empresas debido a que es el ente regulador emisor de las *Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF)* generalmente aceptadas por casi todos los países. Dentro de las normas y manuales emitidos en el paquete de *NIIFs* se establecen dos metodologías de medición de costos, la primera el *costo real promedio* la cual consiste en acumular los costos de producción reales obtenidos en el ejercicio normal y luego dividirlos para el total de unidades fabricadas, obteniendo así un valor de costo unitario distinto para cada lote a medida que la producción avanza. La segunda, es el *costeo estándar* la cual consiste en determinar anticipadamente el valor unitario de los productos bajo el mejor estimado considerando niveles normales de producción en cuanto a consumo de materias primas, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación; esta tarifa debe ser actualizada periódicamente

de acuerdo con la realidad económica que atraviesa la organización en el momento de revisión. (Junta de Normas Internacionales de Contabilidad 2005)

Para las empresas industriales la teoría establece al menos dos técnicas que pueden ser utilizadas simultáneamente con los lineamientos establecidos en las *NIIFs* para la medición de costos. En primer lugar, la técnica de *costeo por órdenes de producción* la cual consiste en valorar en términos económicos reales el costo de cada orden productiva considerando los eventos particulares suscitados en cada proceso por separado, es decir un producto podría tener más de un costo unitario ya que su stock está conformado de varios lotes de producción. Por otro lado, la técnica de *costeo estándar* registra el valor mejor estimado para cada producto en cada orden productiva, y la diferencia con el consumo real se establece como una variación de costo debida a eficiencia o capacidad, la misma que se refleja en la contabilidad y en el estado de resultados de la empresa.

Las industrias en general suelen adoptar la metodología de costo estándar para el registro y reportaje de información interna por el alto valor agregado que mantiene el proceso en su medición de rendimientos y eficiencia productiva. Además, que permite a los altos directivos contar con información confiable y precisa para la toma de decisiones económicas como: el lanzamiento de nuevos productos, la eliminación de líneas comerciales y la elaboración de presupuestos.

En este punto, cada industria ya ha desarrollado planes de aplicación de estas metodologías con las prácticas que a su criterio se ajustan de manera óptima al objetivo organizacional, sin embargo, existen técnicas que facilitan la identificación y asignación de costos. Sin profundizar en otras metodologías el presente trabajo toma como referencia aquella de mayor aceptación a nivel mundial conocida como *costeo ABC*.

La metodología de *costeo ABC* establece que el costo estándar mejor estimado de cada producto se logra al sumar el total de materiales y actividades valoradas, necesarias para su fabricación, las cuales fueron obtenidas mediante la aplicación de una distribución en función del *generador de costo*. Para ello se debe seguir varios procedimientos previos que inclusive pueden detectar y mejorar la gestión operativa actual, es así como esta metodología establece que cada industria deberá identificar plenamente todos sus procesos productivos y aquellos de servicios que se incluyen en la cadena de valor productiva, y desmembrarlos por actividades y tareas específicas necesarias para la manufactura. Una vez que se tenga un detalle lo suficientemente amplio, la empresa deberá establecer la fórmula y ruta de cada uno de sus productos inventariados, es decir que establecerá por producto la combinación exacta de materias primas, tareas de mano

de obra y procesos de confección automática necesarios para obtener el producto terminado. Al final del proceso la suma de todos los componentes dará como resultado el mejor costo estimado del producto con el cual se podrá trabajar y tomar decisiones (Horngren, Datan y Rajan 2012, 146-153). La metodología de identificación y de implementación se describe en el punto IV del capítulo primero de este documento.

3. Contabilidad de costos en la toma de decisiones empresariales

A través de la historia la contabilidad ha ido evolucionando de ser una técnica de registro de transacciones económicas a ser una fuente de información financiera que permite la gestión administrativa. La contabilidad de costos no ha sido la excepción, a pesar de que nació con una aplicación enfocada a la manufactura, actualmente se puede utilizar sus aportaciones para toda empresa independientemente de su tamaño y giro de negocio, incluyendo la prestación de servicios. Se han publicado varios textos académicos y estudios empíricos que establecen que sus beneficios trascienden directamente a la gestión administrativa del negocio. Firmas de auditoría en todo el mundo han sido pioneras en la aplicación de costos, es así como sus estrategias comerciales se fundamentan en la evaluación de rentabilidad de servicios de acuerdo con el costo estimado requerido para cumplir sus actividades. Las líneas de asesoría y consultoría realizan intensivas evaluaciones sobre tareas y actividades requeridas por el personal y sus posibles escenarios de forma que les permita obtener una prestación de servicios competitiva en el mercado y rentable para la organización. (Polimeni et al.1997,59-60)

Los costos estándares permiten a las empresas de todo tipo tener dos factores clave dentro de su organización que un sistema de costeo normal real no permite. En primer lugar, el costo estándar por su definición es un costo esperado lo que le brinda a la organización la característica de “planeación”, y cuando obtiene los resultados reales mantiene bases que le permiten comparar resultados, es decir “control”. De esta forma los costos estándares cumplen el mismo propósito que un presupuesto llevado a un enfoque por unidad de producto. Desde este punto de vista los textos académicos establecen que las tarifas de costo estándar definidas pueden ser utilizadas como un indicador de control de costos reales, una técnica de valoración de inventarios, un indicador para la planificación presupuestaria, una técnica de fijación de precios de productos en el mercado, y para el mantenimiento de registros. (Polimeni et al.1997,411-412)

El objetivo final del control de costos es brindar apoyo a la gerencia para la toma de decisiones. Los costos estándares brindan información a la gerencia operativa que les

permite realizar comparaciones recurrentes con la información real para medir el desempeño y corregir ineficiencias detectadas. Así como también son de gran utilidad en la planificación financiera a través de la elaboración de presupuestos de costos estimados de acuerdo con un nivel esperado de actividad, la evaluación de continuidad de líneas de negocio de acuerdo con márgenes de rentabilidad y/o la fijación de precios de los productos en el mercado. (Polimeni et al.1997,412-413)

La aplicación específica que mantienen los costos estándares se detallará en el capítulo segundo de este documento. El resultado final de la parte empírica del trabajo ayudará a mejorar la información reflejada en el costeo estándar, ya que ajusta las condiciones operativas inherentes de la organización al método de costeo basándose en resultados históricos que se retroalimentan constantemente. Así la aplicación del resultado tiene los mismos objetivos teóricos originales, con variantes en la metodología de cálculo que mejora la calidad de la información utilizada en la toma de decisiones.

4. Identificación y determinación de tarifas de costo

Como se ha mencionado anteriormente, los conceptos de costo se asignan a los diversos productos de la empresa de acuerdo con generadores de costo adecuados. En lo que respecta a la materia prima y mano de obra directa la identificación del generador de costo es fácilmente atribuible a cada producto, en el primer caso por volumen de producción y en el segundo por cantidad de horas hombre aplicadas a la fabricación del bien. Por otro lado, los costos indirectos de fabricación presentan dificultades cuando se requiere identificar el generador de costo con el cual se va a distribuir el valor total, esto se debe a que se encuentra conformado por componentes que provienen de orígenes diferentes.

Bajo este parámetro, la metodología de *costeo ABC* establece que se deben dividir los montos de costo total y los procesos productivos a un nivel de tareas específicas, las cuales permitan identificar claramente el generador de costo adecuado para la misma. Ahora bien, es importante considerar que un sistema de *costeo ABC* que incluye muchas actividades se vuelve excesivamente detallado y difícil de manejar, sin embargo, si contiene muy pocas actividades es muy probable que no mida adecuadamente las relaciones de causa y efecto entre los costos indirectos de fabricación y los generadores de costo. En ese sentido la organización debe trabajar arduamente en una agrupación de tareas específicas que compartan un mismo origen en esencia y puedan conformar una sola actividad a ser valorada y distribuida independientemente.

Una vez determinadas las tareas, el siguiente paso a seguir es establecer los *grupos comunes de costos indirectos* que son aquellos conceptos económicos que se agrupan para obtener el valor total de la actividad, como por ejemplo para la configuración de una máquina de producción realizada por un empleado, se deberá considerar dentro de los costos a distribuir aquellos conceptos como: sueldo, horas extras, décimos y otros beneficios de ley percibidos por el empleado. El costo de la actividad será el resultado de la suma de todos los conceptos de costos individuales incluyendo los costos recibidos de las áreas de servicio, dividido para el total de horas disponibles del trabajador.

Las distribuciones de costo de las áreas de servicio hacen referencia al valor total recibido en las áreas productivas por servicios prestados por áreas administrativas o de gestión como por ejemplo el costo del uso de sistemas informáticos asociado al número de usuarios con acceso para registro y consulta, los costos de almacenamiento y planificación productiva; los costos del área de calidad, entre otros.

Finalmente, para terminar el proceso de identificación de tarifas, la empresa deberá identificar las *bases de aplicación de los costos*, es decir que para cada grupo en común de actividades se utilizará siempre que sea posible su generador de costo para distribuir el valor total. Entre los generadores de costo la organización tiene libre albedrío en escoger el factor que considere más adecuado para distribuir como por ejemplo, podría utilizar las horas de configuración de las máquinas o el número de veces que se configura la máquina en el mes para distribuir el costo de la actividad de configuración productiva. Los generadores de costo más utilizados son: el número de horas máquina trabajadas, el número de unidades producidas, el número de horas hombre, números de puntos de red, metros cuadrados de la planta, tiempos de servicios consumidos, volumen de consumo, número de mantenimientos recibidos, entre otras. En la *Ilustración 2* se ilustra el proceso de *costeo ABC*.

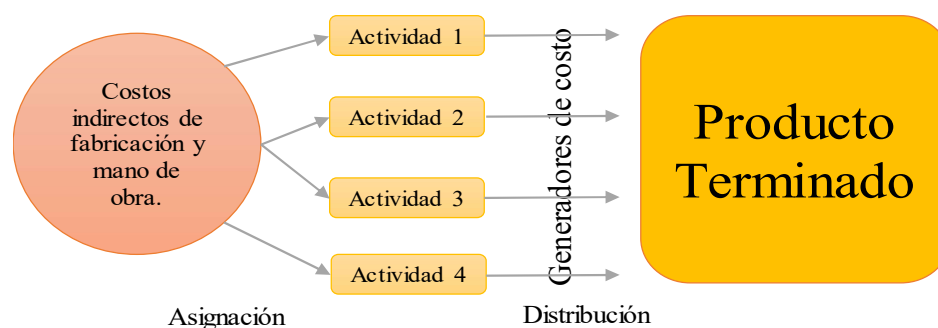


Figura 2. Costeo ABC
Fuente: (Polimeni et al.1997)
Elaboración propia

Para la determinación de las tarifas de costo estándar y la final implementación de la metodología se deberá obtener el valor monetario unitario de las tareas reflejándolo en la unidad de medida del producto terminado. Para lo cual la organización debe establecer la fórmula exacta y combinación de actividades necesarias para la fabricación de cada uno de sus productos. Al final el resultado de costo estándar unitario de cada producto se dará por la adición de todos los costos individuales que fueron distribuidos por sus generadores idóneos. (Horngren, Datan y Rajan 2012, 151-153)

Existen consideraciones adicionales que se deben tomar en cuenta en la implementación de un sistema de costos basado en actividades, en primer lugar la gerencia debe elegir el nivel de detalle que desea usar conforme a una evaluación de los costos esperados del sistema en relación con los beneficios proyectados resultante de tomar mejores decisiones económicas; y en segundo lugar las limitaciones propias de la organización en el desarrollo y requerimiento de información necesaria considerando que mientras más grande sea el nivel de detalle existirá mayor asignación de recursos para su análisis y actualización. (Horngren, Datan y Rajan 2012, 12-15)

Dentro del proceso de implementación las organizaciones encontrarán beneficios colaterales como es la identificación de procesos innecesarios, ineficiencias y altos desperdicios que pueden ser corregidos mediante decisiones administrativas. Adicionalmente deberán enfrentar retos como es el realizar capacitaciones al personal en el uso de los sistemas informáticos y el correcto registro de la información, así como también en adecuados sistemas de respaldo de información y archivo.

Por otro lado, se podrá relevar el proceso actualizado que sigue la cadena de valor e identificar cuellos de botella que disminuyen la capacidad productiva esperada. Si bien es cierto una implementación inicial de un sistema de costos es un trabajo largo y significativo para muchas áreas dentro de la empresa, el mantenimiento de este no representa grandes esfuerzos y los beneficios potenciales que se pueden obtener de un sistema lo suficientemente estructurado son limitados únicamente por la capacidad que tiene la organización para procesar y analizar información.

Es importante recalcar que en el capítulo 2 se revisarán los potenciales beneficios que puede tener la organización y la aplicación de la información a las diversas decisiones que debe afrontar día a día la empresa.

5. Introducción de la metodología de simulación *Monte Carlo*

Una simulación se puede conceptualizar como un método económico y útil de experimentación. En ocasiones esta experimentación se puede realizar con un sistema real

determinado y tomar los resultados para mejorar el sistema. Sin embargo, en ramas delicadas en donde la experimentación rompe esquemas éticos como la ejecución de pruebas de medicamentos en humanos para evaluar sus reacciones, o en donde la ejecución de pruebas resulta en un consumo de recursos como por ejemplo el lanzamiento de un satélite o la manufactura de un avión; es conveniente mantener un método alternativo que pueda generar información de utilidad para un sistema real. En este punto existen dos alternativas, el generar un modelo real prototipo o el obtener un modelo lógico matemático que describa las relaciones entre los principales elementos del sistema con el fin de utilizarlo para la experimentación. (López 2008; 13 29)

Un análisis de simulaciones consiste en que el analista hace variar las entradas de información del modelo y obtiene una gran cantidad de salidas de información, que deben ser analizadas estadísticamente para obtener conclusiones del modelo y llevarlas hacia el sistema real con el fin de pronosticar comportamientos. (López 2008; 13 29)

Monte Carlo es una metodología de simulación fundamentada en la generación de escenarios a través de números aleatorios en donde se maximiza ampliamente la analogía entre probabilidad y volumen. La metodología data del año 1944 y va tomando fuerza con el desarrollo de las computadoras, en donde existen claros ejemplos de éxito como herramienta de investigación a partir del desarrollo de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial en un laboratorio de Estados Unidos, en donde su principal aporte fue la simulación de problemas probabilísticos de hidrodinámica para la difusión de neutrones. (Metrópolis 15; 125-130)

La estadística matemática ha formalizado el concepto de probabilidad de un suceso midiéndolo con su volumen de ocurrencia en relación con el universo de posibles resultados; *Monte Carlo* utiliza el concepto en dirección opuesta generando en primer lugar el volumen de escenarios y obteniendo la probabilidad de eventos específicos. La metodología se sustenta además en la *ley de los grandes números* donde se asegura que las estimaciones convergen al verdadero valor del conjunto de escenarios a medida que incrementa el número de resultados generados artificialmente, y de acuerdo con el *teorema de límite central* el análisis refleja la magnitud de error que se desea asumir en la estimación para tamaños de muestra finitos. (López 2008; 13 29)

Por otro lado, el modelo *Monte Carlo* se complementa aún más con la aplicación de la esperanza matemática para la estimación de probabilidades de sucesos aleatorios. La generación de sucesos pseudoaleatorios responde a metodologías estadísticas diversas dentro de un intervalo lógico en función de una fórmula matemática. Para el caso de

análisis se ha determinado como límite los aspectos extremos de consumo de materiales y procesos para la producción del producto seleccionado en este trabajo, tomando en cuenta la desviación estándar histórica de la producción de la compañía, en donde se recoge el comportamiento normal de la organización. Finalmente se puede generar una base de datos simulada en donde se aplicará la esperanza matemática para definir los resultados estándares de manufactura. (López 2008; 13 29)

La principal ventaja de aplicación del modelo *Monte Carlo* es que permite realizar simulaciones de escenarios que pueden ser extrapoladas a la realidad de la compañía de manera fácil y sin incurrir en costos de inversión elevados, reduciendo el error cada vez más a medida que aumenta el número de escenarios. Además, permite sustituir los datos de entrada para estimar escenarios atípicos o recurrentes de acuerdo con las necesidades de los analistas. Sin embargo, pueden existir complicaciones y resultados distorsionados de la realidad cuando la información de entrada no es adecuada y no presenta relaciones directas entre sí, en ese caso la metodología para establecer los límites en la generación de números aleatorios se vuelve un evento fundamental.

Capítulo segundo

Control presupuestario y evaluación de operaciones productivas en la industria

1. Medición de rendimiento productivo a partir de información financiera

La gestión administrativa en las medianas y grandes empresas es una actividad fundamental que define el futuro de las organizaciones. Así como los aspectos financieros se miden bajo indicadores monetarios, las áreas de gestión y producción responden también a indicadores de calidad y productividad. En muchas organizaciones, los conceptos han evolucionado tratando de acoplar los indicadores financieros con parámetros productivos que ayuden a medir la eficiencia productiva y reflejen el impacto de las desviaciones, y de esta forma poder tomar acciones correctivas o preventivas que ayudarán a mitigar los efectos desfavorables.

En una empresa industrial los principales riesgos con alto impacto financiero se centran en la imposibilidad de continuidad de las operaciones productivas con un alto nivel de eficiencia y eficacia. Esto se debe a que a partir de la producción se planifican estrategias de venta y abastecimiento de productos y servicios. Estos aspectos en la mayor cantidad de organizaciones representan más del setenta y cinco por ciento respecto del total de sus partidas reflejadas en el estado de resultados sin tomar en cuenta los impactos fuera del giro de negocio como el financiamiento externo y los costos tributarios.

Generalmente los conceptos evaluados en aspectos productivos se encuentran vinculados directamente a la calidad del producto y la eficiencia en costos de producción. Conceptos como rendimiento, mermas y desvíos de calidad; son aspectos fundamentales de gestión y revisión que los directivos a cargo de las áreas productivas están obligados a medir y ser evaluados. La información de costos se ha convertido en una herramienta fundamental que permite a las organizaciones medir estos parámetros y poder valorar cada uno de sus impactos a nivel financiero y operacional.

Mediante el costeo *ABC* la organización desglosa cada uno de sus procesos productivos en actividades que mantienen valores económicos estandarizados que se distribuyen de acuerdo con un generador de costo adecuado como se explicó en el capítulo anterior de este documento. En ese sentido los desvíos en tiempos o cantidades pueden reflejar ineficiencias dentro del proceso productivo e impactos financieros relevantes en

la medida que las mismas tienden a ser recurrentes, finalmente todas las desviaciones se verán reflejadas dentro del costo del producto final y serán expresadas en términos unitarios. Si al comparar la tarifa estándar del costo de manufactura de cada producto con los costos reales obtenidos en los procesos productivos, se logra identificar diferencias relativas significativas o ineficiencias dentro del proceso, se puede tomar decisiones para prevenir o corregir los impactos financieros oportunamente. Por otro lado, se pueden comparar los resultados reales obtenidos en la producción en un determinado periodo con el resultado planificado de acuerdo con la capacidad inherente de la empresa para identificar niveles bajos de capacidad productiva.

Bajo estas aplicaciones es un hecho fundamental que los estándares de costo de cada uno de los productos deben ajustarse a la real capacidad de la organización bajo condiciones determinadas. Esta tarifa debe mantener una constante actualización y revisión para que el análisis cuente con información confiable. Un modelo de *costeo ABC* dentro de una industria de producción masiva permite mantener un control permanente de las actividades productivas e identificar las desviaciones en el momento en que ocurren identificando inclusive el lote de producción donde se generó, para ello se utiliza las tarifas estandarizadas de costo como control por estaciones.

Si bien es cierto, dentro de las líneas productivas los procedimientos pueden generar complicaciones regulares que alterarán el costo real de los inventarios y la producción, sin embargo, el efecto sobre el valor unitario se debe evaluar mediante un rango de desviación máximo tolerable. El mismo debe ser establecido mediante un análisis crítico y experto de la alta gerencia acorde a la complejidad de las operaciones. Teniendo en cuenta tales premisas, es necesario considerar por ejemplo, los tiempos y costos de mantenimiento y limpieza en las áreas productivas, la periodicidad en la calibración de las máquinas y la jornada laboral efectiva normal.

Una vez definida la política se pueden implementar controles manuales o automáticos que midan constantemente el costo real de producción en cada uno de los lotes para cada producto comparándolos con las tarifas estandarizadas más el rango de desviación máximo tolerable de acuerdo con la política revisada y aprobada. Los controles deben tener la capacidad de alertar al usuario de la información las desviaciones que deben ser atendidas en el momento en que ocurren. El usuario de la información deberá realizar las revisiones correspondientes para informar de manera clara y oportuna a las distintas áreas de la organización como son el área financiera, producción o abastecimiento. Las cuales puedan tomar acciones en caso de ser necesario evitando

impactos directos sobre los resultados financieros de la organización como por ejemplo, la disminución de flujo de efectivo disponible y bajos indicadores de rentabilidad.

Por otro lado, sin considerar aspectos monetarios es posible que las organizaciones analicen eficiencia del área productiva a través de análisis sencillos y avanzados de datos de producción como es la medición de tiempos y desperdicios en cada una de las etapas productivas de los distintos departamentos, la evaluación de desempeño de distintos empleados que afecten directamente a la eficiencia productiva e incluso los tiempos muertos laborables que puedan reducirse. En fin, mantener bases de datos detalladas a un nivel apropiado y valorar cada actividad a realizar, otorga a la industria un ilimitado número de posibilidades de análisis y control que pueden ser adaptados a cada empresa enfocando las necesidades de información de la dirección.

2. Evaluación de cumplimiento presupuestario a partir de estándares productivos

En las medianas y grandes industrias que mantienen claramente definidas sus áreas de operación dentro de su plan estratégico de corto y mediano plazo, la elaboración del presupuesto anual general desglosado en términos departamentales es un punto vital para toda empresa, ya que otorga una guía financiera a los altos directivos y gerentes departamentales durante todo el año, para evaluar y mejorar su gestión. Generalmente en las empresas los altos directivos son evaluados bajo indicadores que reflejen niveles de cumplimiento presupuestario estimado bajo condiciones específicas.

La importancia del presupuesto en las organizaciones se evalúa por el impacto que tienen las desviaciones de las partidas estimadas sobre el resultado real a finales de un periodo determinado. De esta forma cuando el presupuesto global se cumple de acuerdo con lo planificado o las partidas de costo y gasto son menores a las esperadas se podría presumir que los cargos directivos han realizado una gran gestión, mientras que si las desviaciones tienden a ser negativas y los resultados esperados han generado disminución de rentabilidad en la compañía y/o conflictos en los flujos de efectivo esperados; se puede concluir que la gestión no fue adecuada y podría ser necesario tomar decisiones importantes como la desvinculación de cargos intermedios y altos.

Usualmente la proyección es realizada para periodos fiscales de un año, sin embargo, existen organizaciones que planifican a mediano plazo, a pesar de que la volatilidad de los resultados es mucho más grande por las limitaciones propias en los cálculos estimativos debido a condiciones externas cambiantes. Las prácticas corporativas en general corroboran que todo presupuesto se fundamenta en las expectativas de venta de sus productos o servicios dentro de sus operaciones normales en

el mercado, es así como varios aspectos son calculados como un porcentaje del total de ventas pues mantienen una relación directa (Muñiz 2009; 65-93). Pero la pregunta a ser analizada es ¿en qué se fundamentan las ventas?

En las últimas décadas ha existido una revolución e incremento de las técnicas estadísticas, económicas y matemáticas; sobre las cuales se realizan pronósticos de demanda y oferta de productos en el mercado. Los modelos suelen incluir variables sociales y económicas que reflejan la realidad del mercado y la competencia donde opera la organización. En otros casos se remontan a información histórica propia de la empresa tratando de repetir condiciones y analizar tendencias para determinar demandas futuras especialmente de aquellos productos o servicios que no presentan altas volatilidades. Como por ejemplo el sector farmacéutico en donde el nivel de ingresos mensualmente no tiene incrementos o decrementos abruptos debido a la estabilidad de la demanda y la regulación de precios definida por ley.

Todos estos conceptos funcionan a nivel macro, sin embargo, aterrizando a la realidad de las industrias es necesario definir las combinaciones idóneas en la venta de productos disponibles para comercialización en donde se maximice la rentabilidad. Además de mantener un análisis de mercado y demanda, para definir las combinaciones y estrategias de comercialización es necesario considerar la información de costos de producción, así como la capacidad productiva en respuesta a la demanda específica de cada uno de los productos.

Dentro de la capacidad existen conceptos como cuellos de botella que limitan la capacidad de producir mayores volúmenes de producto en determinados procesos productivos que son compartidos o en donde la capacidad inherente de la maquinaria es baja en comparación con la de otras máquinas del proceso. De esta forma el volumen de producción de todos los productos que pasan por esas líneas se ven afectados y a pesar de tener demanda podría darse el caso en donde el desperdicio de la capacidad asumida sea mayor al beneficio de la venta de estos productos. Es decir, que la industria podría manufacturar otros productos que generan demanda y un margen relativamente menor pero que debido al volumen de venta resulta en una mayor ganancia para la organización. (Horngren, Datan y Rajan 2012, 156-158)

La información de costos permite medir los tiempos y cantidades de entrega de productos, lo cual es de especial importancia al evaluar contratos de compra con entidades públicas o entidades privadas de gran demanda, además que otorga la posibilidad de revisar márgenes de contribución y absorción de costos fijos basándose en la demanda de

cada uno de los productos. El juego de escenarios basados en márgenes de contribución y demanda esperada permite a la organización establecer objetivos de compra de bienes y servicios que serán necesarios. Por ejemplo la metodología *Monte Carlo* le otorga a las organizaciones una herramienta de planificación de resultados probables bajo parámetros establecidos relacionados con decisiones financieras como el cambio de jornadas laborales, la adquisición de nuevas maquinarias o modificación del proceso de manufactura, el lanzamiento de nuevos producto y/o la eliminación de líneas comerciales; utilizando como fuente de información únicamente las bases de datos de costos de producción, manufactura y ventas. En la actualidad la competencia se ha intensificado y el realizar una adecuada planificación de costos y gastos bajo distintos escenarios de manera eficiente le permite a la organización adaptarse y superar las dificultades del mercado.

Bajo estos conceptos se puede decir que gran parte de las proyecciones de venta nacen de un análisis interno de rentabilidad fundamentado en aspectos cualitativos del proceso productivo, y a su vez el presupuesto de ventas permite establecer la estrategia de la organización en un periodo trayendo consigo la estimación del presupuesto general. Los indicadores que muestran el nivel de cumplimiento en una porción mayor del presupuesto se basan en información de costos y producción, ya que una desviación en cualquiera de los procedimientos productivos significará la incursión de costos o gastos adicionales para su solución y/o una reducción de los ingresos esperados.

Para ejemplificar el control presupuestario basado en costos suponga que las tarifas estándar de costo aplicadas en la producción son significativamente menores a los costos fijos reales manejados. Es decir que la producción ha invertido sus recursos pensando obtener un determinado número de unidades terminadas listas para la venta, sin embargo, por ineficiencias internas u otras posibles causas el volumen de producción no es el esperado. Las consecuencias monetarias se reflejarían como una desviación negativa de los ingresos percibidos en la venta de productos frente a los ingresos estimados, a pesar de mantener niveles de costo y gasto planeados. El valor de los activos corrientes (inventario) se vería afectado debido a que los eventos registrados provocarían una disminución del stock disponible para la venta y simultáneamente una reducción en el ingreso esperado.

La tarifa de costos estándar unitario es un indicador en sí mismo para ser comparado con los resultados reales obtenidos. En este concepto se acumulan los resultados de desviaciones producto de innumerables tipos de eventos suscitados en la

producción normal de las organizaciones. Esto se debe a que la tarifa recoge el costo de todas las tareas operativas y de servicios en donde se podrían generarse desviaciones importantes a tomar en cuenta. Por lo tanto, como primera alerta un cambio significativo en algunas de las operaciones planeadas va a tener un impacto relativo en el costo unitario, mientras que las desviaciones menores se van a ver suprimidas en la tarifa del producto. Por consiguiente, es importante establecer bandas de desviaciones máximas permitidas para cada producto de acuerdo con el nivel de inventario y producción estimado en el presupuesto.

3. Toma de decisiones a partir de información financiera manufacturera

A partir de la información de costos y producción existe una amplia variedad de opciones de decisión y análisis dentro de la organización. A continuación, se explicará aquellas que mantienen mayor relevancia y frecuencia:

Cuellos de botella: Se define como todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una industria, como principales eventos se tiene a la *falta de materiales* que incluye la ausencia de material oportuno para producir, o una baja calidad que afecta el rendimiento final esperado; las *limitaciones en la infraestructura* donde se abarca la falta de espacio para colocar los inventarios o el uso pleno de las máquinas que reduce la eficiencia de las operaciones; las *limitaciones en la capacidad de las máquinas* en donde se abarcan distintos volúmenes máximos de producción en una misma línea, y aquellos provocados por el *personal mal preparado* en donde se consume mayor cantidad de tiempo y materiales dentro de un procedimiento.

Como se ha mencionado anteriormente un cuello de botella puede representar dificultades y pérdidas para una organización, en ese sentido la alta gerencia tiene el deber de identificar aquellos que son críticos y generan una pérdida significativa para tomar decisiones como la adquisición de nuevas maquinarias que compartan capacidades de producción similar evitando el desperdicio de capacidad inherente del recurso, la ejecución y planificación productiva coordinada, la tercerización de servicios de confección y/o almacenamiento en caso de ser requerido, planes de capacitación al personal operativo, desvinculación del personal ineficiente, entre otras. El objetivo de estas decisiones es eliminar o mitigar los efectos que tienen los cuellos de botella sobre la actividad normal de la organización. El análisis siempre debe ser ejecutado en función del costo y beneficio de cada decisión, debido a que en cualquiera de estas se requerirá de la inversión de recursos.

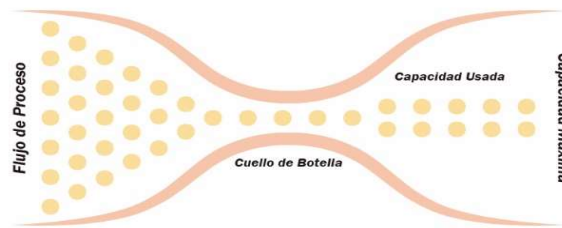


Figura 3. Cuellos de botella
Fuente: (Polimeni et al.1997)
Elaboración propia.

Nuevos proyectos o lanzamiento de productos: La información de costos detallada, especialmente aquella que es generada mediante la aplicación de un *costeo ABC*, permite a la organización evaluar los costos de producción de manera rápida antes de realizar pruebas productivas, obteniendo de esta forma los beneficios esperados que tendría el nuevo lanzamiento de un producto al mercado o la mejora de uno ya existente. La ventaja de tener información estandarizada sobre las tarifas de cada uno de los procesos productivos es que permite hacer evaluaciones de escenarios de manera eficiente evitando los costos de lanzamiento y pruebas iniciales en los cuales se podrían obtener resultados desfavorables. Este tipo de análisis suele ser de utilidad para decidir sobre nuevas estrategias de mercado a mediano y largo plazo, así como para la expansión de la organización en el mercado a través de nuevas plantas productivas en distintas ciudades, regiones o países; que podrían evitar altos costos de transporte y almacenamiento.

Eliminación de líneas de negocio: Este tipo de decisión está ligada a la evaluación y análisis de la combinación óptima de venta de productos en el mercado y al lanzamiento de nuevos productos. La alta gerencia podría evaluar una reducción o eliminación de líneas que presentan bajos niveles de rentabilidad y no aportan en la captación de mercado debido a su baja competitividad en el medio existente. Para ello se utiliza información de tarifas unitarias y se las compara con los productos internos preexistentes y los nuevos lanzamientos; además de una comparación de los precios de venta mínimos que la empresa puede ofrecer contra los precios de los productos ofertados por la competencia directa o indirecta. Si bien es cierto existen líneas de negocio que no aportan un margen de ganancia económica directamente a través de su comercialización, si tienen un efecto considerable sobre el posicionamiento en el mercado y son utilizados como enganche para la venta de productos con mayores márgenes.

Evaluación de la competencia: La información de costos permite evaluar la gestión administrativa de la competencia frente a la gestión de la empresa. Si los costos no son competitivos en relación con productos de la competencia con características muy similares evidenciados en precios de venta mucho menores a los propios evidentemente existen ineficiencias en los procesos productivos y la administración como por ejemplo una mala gestión de compras en donde los términos de negociación no son favorables y mucho menos brindan oportunidades y ventajas competitivas, otro ejemplo es el alto nivel de desperdicio productivo resultante de maquinarias de baja tecnología o con poco mantenimiento. Por otro lado, se pueden apreciar problemas colaterales como la falta de capacitación del personal operativo o gerencial que desaceleran el crecimiento y desarrollo de la empresa.

Se debe tener presente que día a día existe una evolución y desarrollo tecnológico directamente vinculado con el crecimiento de la información, siendo el talento humano el mejor activo que pueden tener las organizaciones. Esto marca el punto de diferencia entre aquellas organizaciones que se destacan y crecen día tras día de aquellas que apenas sobreviven y mantienen indicadores preocupantes. La información está allí y es responsabilidad de los profesionales de las distintas áreas administrativas de la organización revisarla, analizarla, estudiarla y aplicarla en la búsqueda de mejores resultados y la generación de valor agregado.

Las organizaciones en todas partes del mundo se encuentran reguladas bajo diferentes normativas sean estas tributarias, contables, legales, civiles entre otras. Sin embargo, el manejo de la información interna y la reportería adicional no está plenamente definida, no existen prácticas generales estrella que se apliquen a cualquier organización y aseguren el éxito de todo tipo de compañías en el mercado. Todo depende de los objetivos propios de cada entidad y la habilidad de sus profesionales internos para la gestión. Bajo estos antecedentes es importante recalcar que la innovación mediante el nuevo conocimiento se ha vuelto una tarea indispensable. La inversión en recursos y talento humano capacitado que mejore la gestión interna asegura el desarrollo y sostenibilidad empresarial en el mediano y largo plazo.

Por ello el tema central de este trabajo pretende demostrar que es posible mejorar las prácticas de medición y definición de costos estándares en las organizaciones sin tener la necesidad de realizar grandes inversiones y sin importar el tamaño de la empresa. El trabajo empírico se fundamenta en la aplicación de simulaciones *Monte Carlo* a una base de datos histórica de los registros y costos de producción reales de una empresa

farmacéutica en la búsqueda de la definición de un modelo que permita obtener indicadores de costo estandarizados que mejoren el proceso de gestión en la toma de decisiones financieras y operativas. Además, se busca motivar a los lectores a realizar estudios complementarios que puedan ser aplicados en todo tipo de industrias en la búsqueda del desarrollo tan necesario en los países latinoamericanos. En el capítulo tercero de este documento se describe la metodología aplicada, así como los procesos y resultados obtenidos en la aplicación del modelo.

Capítulo tercero

Modelo de control presupuestario del costo de manufactura en la industria

1. Descripción y metodología del modelo control presupuestario

La industria farmacéutica es un segmento dedicado a la manufactura y comercialización de fármacos y químicos destinados a la salud humana y/o animal. A lo largo de su historia esta industria enfrenta grandes desafíos, considerando que a la par del desarrollo de la medicina también aparecen nuevas enfermedades que deben ser tratadas con brevedad y alta efectividad como por ejemplo el *COVID 19*. Tras la aparición de la pandemia se ha visto evidenciada la necesidad que tienen las empresas en todo el mundo de acoplarse y evolucionar, más aún la industria farmacéutica que se ha convertido en la primera línea de batalla contra la emergencia sanitaria mundial. Por otro lado, la industria farmacéutica en la gran mayoría de países mantiene regulaciones y limitaciones estrictas para su funcionamiento, debida a la alta sensibilidad e importancia que tiene dentro de una sociedad.

Existen varias regulaciones que afectan directamente el normal funcionamiento de este tipo de empresas como por ejemplo limitaciones en los precios de venta de sus productos dentro del mercado. Esto responde a la necesidad de la sociedad de tener acceso a salud de calidad, sin embargo, esto obliga a los empresarios a ser eficientes y poder maniobrar con límites de ingresos a pesar de que sus costos son variables. Otras regulaciones que pueden afectar a la organización son los impedimentos de selección de demanda en donde parte de la producción debe ser destinada a entidades públicas como hospitales, centros de salud o centros educativos; bajo condiciones preestablecidas que no siempre son favorables para la organización.

Esta industria se caracteriza además por mantener procesos definidos y guardar datos históricos de información productiva debido a las estrictas regulaciones de entes de control como en el caso ecuatoriano la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia (ARCSA). Es así como en el negocio farmacéutico se denota que la importancia de una amplia investigación y un adecuado empleo de la información productiva y de costos, permitirá maniobrar bajo condiciones determinadas y mantener un crecimiento y sostenibilidad en el mercado.

A pesar de que el modelo propuesto en este documento puede ser aplicado para cualquier tipo de industria, para la investigación empírica y la presentación de resultados se ha tomado como ejemplo una empresa industrial farmacéutica ecuatoriana con una trayectoria estable en el mercado local, basándose en su producto estrella de acuerdo con su volumen de comercialización. La organización mantiene un sistema de *costeo ABC* de costo estándar implementado en el año 2015 desde el cual se mantiene registros productivos digitales valorados e integrados directamente con producción y finanzas.

La base de datos a ser utilizada recopila toda la información de manufactura del producto estrella desde enero de 2017 hasta diciembre de 2019, englobando el total de órdenes de producción fabricadas por la organización. Es importante recalcar que la información contenida es almacenada por la compañía en cubos de información alimentados directamente desde el sistema ERP, se ha filtrado la información de todas aquellas órdenes de producción completas y únicamente se excluyó de la base las órdenes lanzadas para pruebas de calidad y calibración de máquinas, a causa de que el tamaño de lote de producción es pequeño y distorsionaría la información de producción normal de la empresa.

La base de datos contiene 442 órdenes de producción con información detallada del consumo de horas, unidades y costos relacionados a cada uno de los procedimientos de manufactura actuales vinculados a la fórmula química necesaria para la producción del ítem, así como también refleja las cantidades de materiales y materias primas consumidos en cada proceso productivo. Por fines de confidencialidad no se muestran los nombres de los procesos de manufactura, materiales y materias primas utilizadas ni el nombre comercial del producto terminado.

Para mantener un adecuado manejo de la información es importante definir algunos conceptos manejados por la organización para entender la base de datos, en primer lugar, *fórmula* hace referencia a los materiales y materias primas necesarias que serán transformadas para la obtención de productos terminados en un determinado tamaño de lote estándar. Para ejemplificar el trabajo realizado a continuación se muestra como está estructurada la base de datos de 442 registros desde el año 2017 al año 2019 a través de la utilización de una muestra de diez órdenes registradas en el año 2017, cada material o materia prima se encuentra detallado por columna bajo una codificación única y cada valor representa las cantidades consumidas reales en su propia unidad de medida.

Tabla 1
Base de datos - Materiales y MP

Materiales utilizados							
Año	Orden de producción	000448	005670	0100071	011092	012773	015520
2017	Orden 1	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 2	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 3	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 4	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 5	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.283,00	-5.720,00	-6.733,00
2017	Orden 6	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 7	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.488,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 8	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.733,00	-6.666,00	-6.733,00
2017	Orden 9	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.750,00	-6.678,00	-6.000,00
2017	Orden 10	-3.400,00	-30,60	-272,00	-6.801,00	-6.730,00	-6.733,00

Fuente: Base de datos de producción – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

En segundo lugar, el término *ruta* hace referencia a las operaciones por las cuales pasa la materia prima para ser transformada en productos terminados listos para la venta, englobando *procesos* que toman en consideración las horas de trabajo de las maquinarias y *configuración* que incluye los tiempos de mano de obra para el alistamiento productivo. El tamaño de lote se encuentra definido en función a la capacidad normal de las maquinarias considerando que este producto sigue una producción en línea masiva.

Tabla 2
Base de datos - Horas máquina CIF

Horas máquina utilizadas CIF						
Año	Orden de producción	Tipo tarea	209001	209002	209003	209004
2017	Orden 1	Process	0,67	1,92	2,10	1,00
2017	Orden 2	Process	0,75	1,33	1,96	1,67
2017	Orden 3	Process	0,75	1,58	1,73	1,25
2017	Orden 4	Process	0,67	1,67	2,45	1,25
2017	Orden 5	Process	0,67	1,75	1,71	1,08
2017	Orden 6	Process	0,67	1,50	2,01	1,33
2017	Orden 7	Process	0,75	2,25	1,73	0,92
2017	Orden 8	Process	0,75	1,50	1,95	1,33
2017	Orden 9	Process	0,75	2,00	1,71	2,58
2017	Orden 10	Process	0,83	1,50	1,76	1,33

Fuente: Base de datos de producción – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 3
Base de datos - Horas hombre MOD

Horas hombre utilizadas MOD						
Año	Orden de producción	Tipo tarea	209001	209002	209003	209004
2017	Orden 1	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 2	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 3	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 4	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 5	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 6	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 7	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 8	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 9	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35
2017	Orden 10	Setup	0,50	0,10	0,25	0,35

Fuente: Base de datos de producción – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 4
Base de datos - Unidades producidas

Unidades producidas				
Año	Orden de producción	Producto terminado	Código	Unidades
2017	Orden 1	X	77122	6.629,00
2017	Orden 2	X	77122	6.666,00
2017	Orden 3	X	77122	6.666,00
2017	Orden 4	X	77122	6.666,00
2017	Orden 5	X	77122	6.666,00
2017	Orden 6	X	77122	6.666,00
2017	Orden 7	X	77122	6.666,00
2017	Orden 8	X	77122	6.666,00
2017	Orden 9	X	77122	6.666,00
2017	Orden 10	X	77122	6.666,00

Fuente: Base de datos de producción – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Una vez obtenida la base de datos y manteniendo conocimiento de su funcionamiento se debe tomar en cuenta la fórmula y ruta establecida por los farmacéuticos autorizados con la cual se obtiene resultados óptimos en cuanto a calidad del producto. La industria farmacéutica es auditada constantemente por entidades de control de calidad químico en donde se aceptan niveles mínimos de desviación de calidad

que no inciden sobre el desempeño médico de los productos. En ese sentido la fórmula y ruta establecida por los profesionales en muchas ocasiones presenta desviaciones menores, sin embargo, es utilizada generalmente por las organizaciones para su planificación, a pesar de que no refleje los resultados reales operativos. Sin embargo, desde el aspecto financiero esta práctica es imprecisa puesto que no considera las capacidades y dificultades propias de la empresa industrial y del personal de producción, lo cual genera resultados optimistas de costos que en la mayor cantidad de ocasiones no son obtenidos. Por ello se pretende que el modelo de control presupuestario refleje las desviaciones más probables en el proceso de manufactura (tiempos de mantenimiento, limpieza y alistamiento de maquinarias) de acuerdo con las capacidades y dificultades inherentes normales de la organización y de esta forma obtener un indicador de costo unitario estándar apegado a la realidad que permita tomar decisiones y elaborar proyecciones. De esta forma, el modelo planteado contempla tiempos efectivos y además niveles de desperdicio en la utilización de materias primas y materiales dando como resultado la obtención de un costo probable que no se encuentra sobre o subvalorado. Si bien es cierto el indicador no refleja los resultados óptimos de calidad, sí refleja los resultados más probables que puede obtener la industria bajo condiciones dadas, en ese sentido el ajuste monetario dentro de la planificación financiera y productiva es más confiable que al utilizar valores óptimos de calidad. A continuación, se presenta la fórmula química estimada y la ruta de confección del producto a la cual se le aplicará niveles de desviación basados en datos reales.

Tabla 5
Fórmula del producto

Fórmula del producto				
Código de artículo	Materiales	Cantidad de materiales requerida	Unidad	Tamaño de lote en unidades
005670	Material 1	30,60	kg.	6.666
000448	Material 2	3.400,00	L.	6.666
011092	Material 3	6.666,00	Un	6.666
015520	Material 4	6.666,00	Un	6.666
0100071	Material 5	267,00	Un	6.666
012773	Material 6	6.666,00	Un	6.666

Fuente: Registros digitales aprobados– Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 6
Ruta del producto CIF

Horas máquina			
Código de operación o proceso	Nombre del proceso	Cantidad de horas estimadas	Unidad
209001	Máquina 1	0,75	Horas
209002	Máquina 2	1,66	Horas
209003	Máquina 3	1,75	Horas
209004	Máquina 4	1,35	Horas

Fuente: Registros digitales aprobados – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 7
Ruta del producto MOD

Horas hombre			
Código de operación o proceso	Nombre del proceso	Cantidad de horas estimadas	Unidad
209001	Configuración 1	0,08	Horas MOD
209002	Configuración 2	0,08	Horas MOD
209003	Configuración 3	0,25	Horas MOD
209004	Configuración 4	0,35	Horas MOD

Fuente: Registros digitales aprobados – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Una vez establecida la información a partir de la cual se va a trabajar se deberá explicar la metodología aplicada para la obtención del estándar de costo. El valor de las tarifas por hora y por unidad han sido definidas por la organización de acuerdo con el presupuesto de costo necesario para cada uno de los centros productivos, esto permite mantener un funcionamiento continuo dentro de las jornadas normales. El valor de la tarifa ha sido obtenido mediante la división de los costos reales estimados en comparación con la capacidad real de horas planificadas, reflejando de esta forma el valor de cada una de las actividades bajo un parámetro de aplicación para los productos terminados. En este trabajo no se analiza la metodología tomada en cuenta por la organización para definir las tarifas de sus actividades, ni la capacidad de estimación de los costos futuros en su

planificación financiera, dado que el modelo genera resultados a partir de la información ingresada. En consecuencia, se debe considerar la necesidad existente de contar con una estimación financiera precisa, de otro modo cualquier resultado obtenido será irreal y no reflejará los resultados económicos de la organización en el futuro.

En cuanto a las materias primas y materiales la tarifa unitaria ha sido definida en base al costo de adquisición negociado por el área de compras con los distintos proveedores que se mantendrán vigentes por al menos un año. En aquellos ítems en los cuales no se mantiene convenios de comercialización formales, el costo estándar que ha tomado la organización es el costo promedio ofertado por los proveedores a la fecha de evaluación del presupuesto ya que se estima que las compras realizadas no puedan superar dicho promedio y deberán tender siempre hacia la obtención de un costo más bajo. En caso de ser necesario los costos de cada recurso son transformados a las unidades de medida mantenidas en la fórmula del producto para tener un control adecuado de consumo en la producción.

El modelo de control presupuestario tiene como objetivo recoger el comportamiento propio de la organización, teniendo en cuenta sus procesos productivos y costos estimados, obteniendo un costo estándar para cada uno de sus productos y que éste sea en sí mismo un indicador para tomar decisiones económicas. Con el fin de obtener información precisa se ha visto la necesidad de implementar complementos matemáticos a los modelos de costeo ya existentes pues se ha demostrado que los mismos otorgan un mayor ajuste a la realidad y por ende la gestión y administración de las organizaciones mejora como se lo describe en el capítulo primero de este documento.

Como se lo ha mencionado en el capítulo primero, una alternativa que no involucra una inversión extremadamente grande y simplifica el análisis de expresiones matemáticas complejas, es la aplicación del modelo de simulación *Monte Carlo* el cual permite crear un conjunto ilimitado de escenarios basados en números aleatorios y la desviación estándar histórica de los datos disponibles, con el objetivo final de presentar resultados de aproximación normal que permitan realizar pronósticos acertados siempre y cuando las desviaciones en el futuro no salgan de los rangos normales y persistan en el tiempo.

Para que el modelo matemático *Monte Carlo* genere resultados confiables, es necesario que los resultados obtenidos en las simulaciones tiendan a ser normales de acuerdo con la teoría del límite central. Para el desarrollo de este trabajo se ha tomado como mínimo la obtención de 10.000 escenarios simulados en donde la curva obtenida

tiende a ser normal. Los números aleatorios generados se han tomado en función al rango comprendido entre la fórmula y ruta óptimas, y dos desviaciones estándar para cada uno de los componentes de la fórmula y ruta del producto analizado, se ha tomado en cuenta la regla empírica para la obtención de un 95% de confianza en los resultados. (Walter y Barkema 2014, 1-21)

Es importante considerar que el modelo se encuentra limitado por la información disponible de las organizaciones, debido a que la misma deberá recoger datos suficientes para la obtención de resultados fiables, además de mantener grados altos de confiabilidad y oportunidad. Otra limitación del modelo es que la estimación y simulación está fundamentada en datos históricos bajo condiciones internas y externas normales, sin embargo, en caso de existir cambios significativos en el mercado, sean estos cambios en políticas sociales, fiscales o regulatorias de cualquier índole; cambio en las condiciones macroeconómicas y/o cambios significativos en las operaciones de la organización. El modelo puede generar un indicador de costo estándar que no responda a la realidad que va a enfrentar la empresa.

El modelo puede ser complementado con datos externos de mercado o internos mediante la implementación de los cambios en las variables de simulación, es decir que si se requiere estimar el costo del producto ante un incremento en los precios se puede modificar el monto en cada una de las tarifas y correr la simulación o de igual forma se podría incluir como variable el precio del recurso y generar resultados simulados de consumo y precio simultáneamente mediante la volatilidad estimada del precio del ítem y la desviación en el consumo histórico. El modelo permite acoplar las necesidades de cada organización y se limita únicamente a la información que mantengan disponible y la capacidad de análisis externo que mantengan.

2. Determinación de indicadores estandarizados de costo de producción

Dentro del trabajo se ha considerado como variable únicamente los aspectos productivos internos en vista de que la empresa no estima que exista un cambio significativo en los precios de las materias primas dentro del mercado y tampoco mantienen cambios de estructura interna que afecten los procedimientos de manufactura. Es importante recalcar que la industria farmacéutica mantiene una demanda mensual constante y la misma perdura a través de los años debido a que son productos de primera necesidad como se muestra en el *Ilustración 4*, las ventas de la organización son estables durante el tiempo presentando un nivel de volatilidad del 9% demostrando así que la demanda de los productos en conjunto tiene una tendencia estable.



Figura 4. Demanda mensual

Fuente: Base de datos de ventas – Empresa farmacéutica ecuatoriana

Elaboración propia

La desviación estándar calculada para cada material y proceso necesario en la fabricación del ítem de ejemplo, indica la volatilidad que tienen los resultados productivos para un escenario definido. Se ha realizado la programación de una macro en *Microsoft Excel* y *Visual Basic* la cual permite generar números aleatorios para cada uno de los materiales y procesos con un rango de variación máximo equivalente a dos desviaciones estándares tanto en valores positivos como negativos (Barreto 2006). En cada resultado se toma las cantidades estimadas en la simulación (consumo de materiales, horas máquina, horas hombre y unidades producidas finales) y se multiplica por el valor establecido en la tarifa de cada uno de los materiales y recursos. El valor obtenido en cada componente es totalizado y dividido para la cantidad estimada de producto final dentro de la simulación con el fin de obtener el costo unitario en el escenario primero. A continuación, se muestra las estructuras que alimentan las simulaciones.

Tabla 8
Simulaciones - Materias primas

Estructura de simulación							
Código de artículo	Materiales	Cantidad de materiales requerida	Unidad	Costo por ítem	Desviación estándar	Cantidad de materiales requerida simuladas	Costo total simulado
005670	Material 1	30,60	kg.	\$ 0,472660	0,00	30,60	\$ 14,46
000448	Material 2	3.400,00	L.	\$ 0,074630	-	3.400,00	\$ 253,74
011092	Material 3	6.666,00	Un	\$ 0,065550	234,00	6.766,00	\$ 443,51
015520	Material 4	6.666,00	Un	\$ -	184,00	6.752,00	\$ -
0100071	Material 5	267,00	Un	\$ 0,930000	-	267,00	\$ 248,31
012773	Material 6	6.666,00	Un	\$ 0,169350	160,00	6.531,00	\$ 1.106,02

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 9
Simulaciones – Costos Indirectos

Estructura de simulación							
Código de operación o proceso	Nombre del proceso	Cantidad de horas estimadas	Unidad	Costo por hora	Desviación estándar	Cantidad de horas estimadas simuladas	Costo total simulado
209001	Máquina 1	0,75	Horas	\$ 163,36	0,26	0,62	\$ 100,57
209002	Máquina 2	1,66	Horas	\$ 161,89	0,71	2,07	\$ 334,85
209003	Máquina 3	1,75	Horas	\$ 156,12	0,35	1,90	\$ 296,87
209004	Máquina 4	1,35	Horas	\$ 71,64	0,94	1,72	\$ 123,14

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 10
Simulaciones - MOD horas

Estructura de simulación							
Código de operación o proceso	Nombre del proceso	Cantidad de horas estimadas	Unidad	Costo por hora mod	Desviación estándar	Cantidad de horas estimadas simuladas	Costo total simulado
209001	Config 1	0,08	Horas MOD	\$ 13,56	-	0,08	\$ 1,08
209002	Config 2	0,08	Horas MOD	\$ 3,56	0,0000	0,08	\$ 1,08
209003	Config 3	0,25	Horas MOD	\$ 13,56	-	0,25	\$ 3,39
209004	Config 4	0,35	Horas MOD	\$ 13,56	0,0000	0,35	\$ 4,75

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 11
Simulaciones - MOD unidades

Estructura de simulación						
Código de operación o proceso	Nombre del proceso	Cantidad de unidades	Unidad	Costo por unidad mod	Cantidad de unidades simuladas	Costo total simulado
209001	Config 1	6.666,00	Horas MOD	\$ 0,01283	6.646,00	\$ 85,27
209002	Config 2	6.666,00	Horas MOD	\$ 0,01283	6.646,00	\$ 85,27
209003	Config 3	6.666,00	Horas MOD	\$ 0,01283	6.646,00	\$ 85,27
209004	Config 4	6.666,00	Horas MOD	\$ 0,01283	6.646,00	\$ 85,27

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Tabla 12
Indicador de costo estándar

Unidades establecidas	Desviación estándar	Simulación	Costo total simulado	Costo unitario simulado
6.666,00	94,00	6.646,00	\$3.272,85	\$0,492454

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

La macro se programó de tal manera en que realice este procedimiento un número “n” de veces de acuerdo con la cantidad de escenarios solicitados por el usuario. Para cada uno de los escenarios se almacena la información a manera de una base de datos la cual permite estimar el indicador de costo estándar promedio sobre el total de simulaciones lanzadas. Los resultados deben seguir una tendencia normal que asegure un ajuste suficiente en la precisión de las estimaciones. A continuación, se muestran la curva generada con diez mil simulaciones en donde se puede apreciar normalidad de los resultados, el costo unitario se encuentra expresado en centavos de dólar:

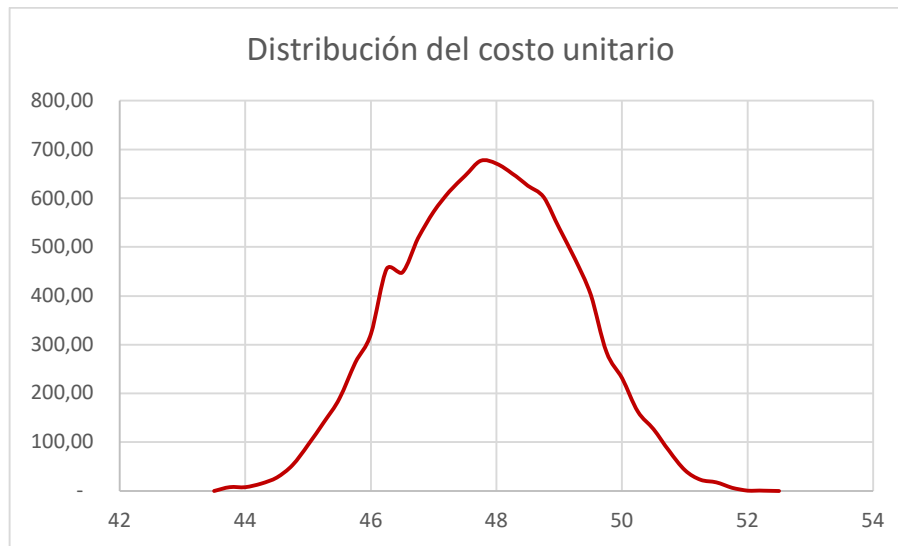


Figura 5. Distribución - Costos unitarios estándar

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Como se puede ver el resultado obtenido para este producto en particular es de US\$ 0.4796 mientras que el mantenido por la organización bajo la estimación tradicional es de US\$ 0.4496. Para evaluar el nivel de ajuste se ha realizado una prueba de *backtesting* con veinte órdenes productivas tomando los resultados reales, los estimados por la organización y los estimados por el modelo de control presupuestario planteado en el trabajo.

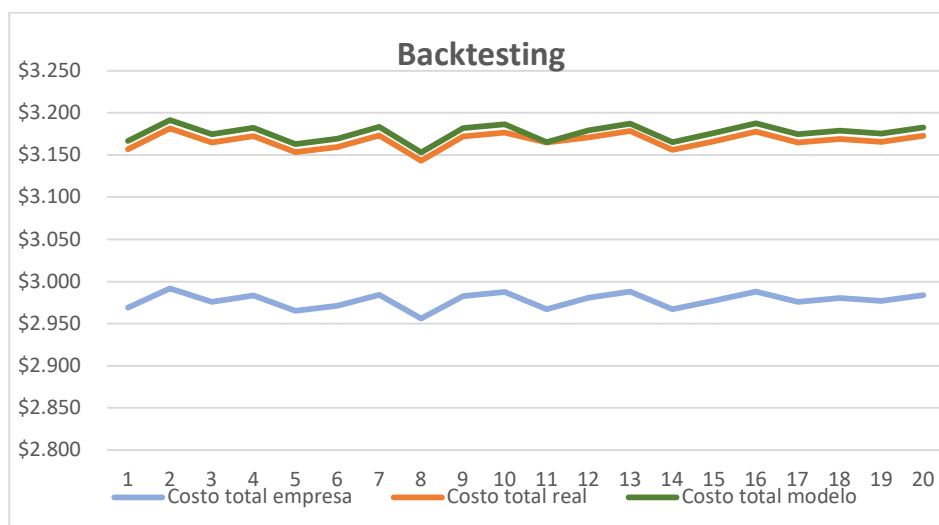


Figura 6. Resultados Backtesting

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

Como se puede ver en la *Ilustración 6* el aplicar un modelo de simulación *Monte Carlo* a la estimación del costo estándar mediante la metodología *ABC* estándar mejora la precisión y ajuste de los resultados obtenidos con los resultados reales de la compañía. A pesar de que en términos unitarios podría no considerarse significativo la brecha existente, cuando se analiza el volumen total de producción en una industria que mantiene líneas de producción masivas el efecto es impactante. De acuerdo con la información de la empresa tomada en el ejemplo, la diferencia en la estimación anual para este producto es de aproximadamente cuatrocientos sesenta mil dólares en el cual el costo del producto se encuentra subvalorado y podría estar afectando las decisiones económicas tomadas por la organización.

Es importante medir el efecto de los resultados obtenidos y compararlos con los reales, pues de esta manera es posible identificar ítems con subvaloración o sobrevaloración. Dependiendo del volumen de producción y la demanda externa del producto estos resultados podrían significar un cambio severo en la dirección que toma la empresa, así como en su estrategia; por lo cual se considera que el modelo planteado contribuye eficientemente en la toma de decisiones gerenciales generando valor agregado mediante la presentación de información precisa y confiable a un bajo costo.

3. Evaluación de proyectos a partir de indicadores estandarizados de costo de producción

La evaluación de proyectos basada en el indicador de costos estándar hace referencia a la toma de decisiones respecto a las estrategias comerciales que debe o no tomar la organización. Dentro de las más importantes se encuentran: el lanzamiento de nuevos productos al mercado, la eliminación de líneas comerciales o productos específicos y la mezcla óptima de venta que maximice la utilidad de la empresa. El indicador de costo estándar debe ser calculado para cada uno de los productos disponibles en la empresa y de esta forma tener una información integral para la toma de decisiones.

El lanzamiento de nuevos productos involucra varias aristas de análisis como es la planificación de compra de materias primas, los cambios en la estructura física para la producción, la contratación de personal calificado, la competencia externa, la demanda del producto, entre otros. Sin embargo, el factor decisivo final es la evaluación de rentabilidad que generará el lanzamiento de un nuevo producto o una línea de productos y el periodo de recuperación máximo de la inversión generada. Esta evaluación se resume al término *margen de contribución* el cual es determinado mediante la diferencia entre precio y costo de producción. Si el margen es igual o superior al esperado por la organización y los inversionistas de acuerdo con la demanda y los objetivos de la organización el proyecto de lanzamiento será viable mientras que de lo contrario el producto no debería ser lanzado al mercado.

La eliminación de productos o líneas dentro del mercado puede estar generada por dos factores, uno externo que sería la pérdida de demanda y otro por el incremento en los costos de fabricación del producto. En el primer escenario el indicador de costo unitario puede ser utilizado como un límite sobre el cual se puede generar rebajas de precio que permitan mantener o incrementar la demanda y competitividad de la empresa dentro del mercado, y en segundo lugar se puede utilizar el indicador de costo estándar para medir los resultados futuros frente al incremento en costos en materiales o procedimientos operativos. Para los dos casos si los resultados son desfavorables, la eliminación de esas líneas comerciales podría resultar la mejor alternativa asignando esos recursos a otros productos ya existentes o el lanzamiento de nuevas líneas.

Finalmente, la mezcla idónea de productos hace referencia a una evaluación de demanda y márgenes de contribución de los productos disponibles. La meta es realizar la combinación óptima que permita cubrir la demanda que genera un mayor margen de contribución para la empresa e ir descendiendo hacia los márgenes más pequeños. Dentro

de este proceso se debe considerar los niveles de inventario actuales y la capacidad de producción que tiene la empresa. Es importante recalcar que la evaluación se debe realizar en valores totales de demanda por margen, de lo contrario se pueden obtener escenarios en los cuales el margen unitario de un producto es mucho mayor al de otro producto, sin embargo, la demanda del primer producto es insignificante en comparación con la demanda del segundo producto. De esta forma los valores totales permitirán a la empresa mejorar los rendimientos únicamente desde la toma de decisiones basados en información financiera.

4. Control y pronosticación presupuestaria a partir de indicadores estandarizados de costo de producción

Como se ha mencionado en este documento, la información de costos es un elemento clave en la preparación de pronósticos futuros y estrategias comerciales. Desde ese punto de vista, el mantener información detallada del costo de manufactura de los bienes o servicios disponibles por la organización permiten obtener información financiera confiable en el momento de la elaboración de los presupuestos institucionales. Si bien es cierto la pronosticación se fundamenta en análisis profundos de mercado y condiciones organizativas específicas, el mantener una identificación valorada de las actividades productivas y de soporte permite transformar la información cualitativa de los análisis en valores económicos comprensibles para los inversionistas y usuarios de la información a través de la presentación de estados de resultados esperados.

Existen factores externos a la evaluación de costos de producción como son los gastos comerciales, los costos financieros, los gastos impositivos y los gastos de operación administrativos; para los cuales se deben realizar otro tipo de evaluaciones para su pronosticación y control, sin embargo, en las empresas industriales los principales costos y gastos respecto del total generado, se encuentran vinculados al mantenimiento de operaciones productivas. Por ello los resultados obtenidos en el modelo de control presupuestario planteado en este trabajo, permiten obtener información detallada del costo de cada una de las operaciones necesarias en la manufactura de acuerdo con la combinación productiva que el usuario se encuentre evaluando. También podrá realizar estimaciones rápidas utilizando el indicador de costos estándar sin necesidad de desglosar cada una de las partidas.

El método de aplicación se fundamenta en la planificación comercial por cada uno de los productos de acuerdo con la demanda evaluada. Para cada unidad de venta esperada se aplicará una multiplicación del indicador de costo estándar que en su totalidad reflejará

un estado de resultados total probable al cual se le deberá restar los gastos externos al proceso productivo, para finalmente evaluar el resultado final y poder tomar decisiones o cambiar las estrategias del negocio. Dentro de un análisis más profundo se puede realizar el pronóstico futuro mediante el desglose de todos los elementos del costo incluyendo además la identificación departamental para realizar un control específico de procesos por área generadora. En ese caso se debe descomponer las unidades de venta estimadas a través de la fórmula y ruta de manufactura y aplicar el cálculo de cada actividad por departamento mediante las tarifas estandarizadas de cada una de las actividades.

La elaboración de presupuestos a más alto detalle permite a la organización mantener mejores procesos de control durante la ejecución de actividades además de establecer metas departamentales que contribuyen al alcance de metas corporativas. Sin embargo, a mayor cantidad de información el nivel de dificultad de elaboración incrementa y es posible que se necesite asignar montos de inversión en recursos tecnológicos y humanos para su generación. Por lo tanto, se debe realizar un estudio de costo y beneficio antes de comenzar el desarrollo de planificaciones sofisticadas que en el caso de industrias pequeñas o medianas podría ser contraproducente.

Una vez que la organización ha generado los procesos de planificación presupuestaria y ha llegado el momento de ejecutar las actividades productivas para el año en cuestión, el indicador de costos estandarizados se puede utilizar como un evaluador del nivel de cumplimiento presupuestario a nivel macro o específico en las actividades. Por un lado, se puede evaluar mediante la tarifa total de costo estándar unitario el cumplimiento del conjunto de actividades productivas planeadas, en donde una desviación desfavorable en el valor puede dar alertas sobre eventos que puedan tener un impacto significativo en los resultados financieros finales. Además, utilizando la data generada en las simulaciones se puede evaluar los niveles idóneos de costo y gasto dentro de cada una de las líneas productivas y departamentos de la organización que prestan servicios a la producción. Finalmente se puede utilizar la información de producción como son: tiempos de ejecución, capacidades máximas y rendimientos utilizados como indicadores preventivos de eventualidades.

Para que los indicadores sean de utilidad la organización además deberá establecer políticas claras sobre los límites de tolerancia en cuanto a desviaciones de los resultados, en las políticas se debe especificar desviaciones en las cuales se aceptan medidas de control leves, en aquellas que se debe parar las actividades y tomar acciones correctivas inmediatas y aquellas en donde se debe suspender actividades y requieren planes de

contingencia viables e inmediatos que aseguren la continuidad de las operaciones productivas. Por lo tanto, los rangos de desviación deben responder a análisis de escenarios en los cuales se identifique el impacto que tiene el desvío de cada actividad o producto en su conjunto.

En muchas ocasiones el desvío de una actividad puede no tener impactos monetarios relevantes, por ejemplo, cien horas de inactividad dentro de un centro productivo podría ser menos significativo que cuarenta horas de inactividad dentro de otro departamento productivo. Esto puede responder a varios factores como pueden ser el costo de las maquinarias situadas en el departamento productivo, el número de trabajadores vinculados al departamento, el costo de desperdicio de materias primas producto de la inactividad, la reducción del ingreso potencial que hubiera generado la venta del producto fabricado en el centro, entre otros. Por ende, es indispensable mantener indicadores estandarizados específicos para cada uno de los productos y actividades de ser necesario, pues genera información de valor a la gerencia para actuar de forma eficiente y oportuna. En el caso analizado dentro del trabajo se ha definido porcentajes del dos al diez por ciento de desviación a ser evaluada considerando el impacto que mantendrá sobre la empresa el cual es causado principalmente por una reducción de ingresos que tendría debido a su volumen de producción.

Tabla 13
Niveles de desviación.

Indicador estandarizado	Desviación tolerable 2%	Acciones correctivas 5%	Plan de contingencia 10%
\$ 0.4796	\$ 0.4892	\$ 0.5036	\$ 0.5276

Fuente: Base de datos simulada – Empresa farmacéutica ecuatoriana
Elaboración propia

La evaluación y control adecuada de las actividades productivas debe ser un proceso continuo que permita identificar eventos a ser gestionados a tiempo y con el menor impacto económico posible. Por otro lado, si se identifican eventos favorables los indicadores permitirán conocer a la alta gerencia las oportunidades de explotación y mejora que pueden tener bajo ciertas condiciones. De esta forma, los beneficios del modelo en general podrían resumirse en la potencialización de la información captada y procesada por la organización, que asegura mejores resultados financieros a través de una mejor gestión en la toma de decisiones gerenciales.

En resumen, el modelo de control presupuestario debe seguir un conjunto de pasos cronológicamente para obtener un indicador de costo estándar que se ajuste a la realidad económica de cada organización, a continuación, se muestran de manera resumida las actividades necesarias para la obtención del indicador de costo, las cuales fueron explicadas a detalle dentro de los apartados 1 y 2 del capítulo tercero:

- a) El primer paso es la obtención de la base de datos de producción de la empresa desglosada por cada componente de la fórmula y ruta del producto. La base de datos debe tener niveles de consumo de cada actividad de mano de obra, proceso productivo y materias primas; así como las tarifas de cada componente.
- b) La base de datos permite al analista determinar niveles de volatilidad en cada actividad productiva de la empresa a través de desviaciones estándares, con el fin de recoger el comportamiento de la organización bajo circunstancias conocidas e incorporar posteriormente este factor en el modelo.
- c) De acuerdo con la metodología Monte Carlo, se genera una gran cantidad de resultados posibles haciendo variar cada uno de los componentes de la fórmula y ruta óptima que asegura la creación y la calidad del producto, a través de números aleatorios delimitados en función a dos desviaciones estándares con un grado de confianza del 95%.
- d) El modelo de control presupuestario genera una base de datos simulada que debe seguir una distribución normal para asegurar los resultados inferenciales. Una vez generada la base se valora cada componente y se obtiene los costos de manufactura en cada escenario.
- e) Finalmente, mediante la esperanza matemática el analista obtiene el indicador de costo estándar definitivo con el cual puede tomar decisiones. Para efectos de control presupuestario se puede implementar políticas de desviaciones tolerables y correctivas reflejadas en términos económicos de acuerdo con las necesidades empresariales e impacto financiero de cada producto dentro de su negocio.

Conclusiones y recomendaciones

1. Conclusiones

La metodología de simulación *Monte Carlo* en combinación con la metodología de *costeo ABC* ha generado un modelo de control presupuestario por escenarios pues arroja indicadores estándar de costo para cada uno de los productos y para cada una de las actividades bajo condiciones específicas que recogen el comportamiento histórico de la empresa y lo llevan a escenarios probables con datos que se ajustan a la realidad. De esta forma se mejora el proceso de gestión administrativa e incrementa la eficacia en la toma de decisiones económicas.

El modelo de control presupuestario toma la información histórica de costos de manufactura de una organización y establece rangos de volatilidad para cada componente del costo de producción recogiendo el comportamiento productivo inherente de la empresa. Con los rangos de volatilidad, la fórmula y ruta óptima del producto el analista puede generar una gran cantidad de simulaciones almacenadas en bases de datos con las cuales puede ejecutar estimaciones y análisis inferenciales de indicadores estándares de costo con alto valor agregado para la toma de decisiones económicas.

La implementación del modelo de control presupuestario para el análisis del producto estrella de la empresa farmacéutica seleccionada; ha demostrado que mantiene resultados confiables ajustados a la realidad con un mínimo de inversión requerida. La diferencia entre el resultado real y el indicador de costo estándar obtenido es tan solo de US\$ 0.0015 de acuerdo con la prueba de backtesting, lo cual demuestra que las necesidades actuales de información de las industrias trascienden sobre las metodologías tradicionales y es imprescindible la implementación de herramientas predictivas complementarias.

El indicador de costo estándar unitario mantiene resultados más ajustados a la realidad con un valor equivalente a US\$ 0.4796 respecto del valor real obtenido por la empresa de US\$ 0.4781 en el 2019. Mientras que por otro lado mediante la aplicación tradicional del *costeo ABC* la organización maneja un costo referencial de US\$ 0.4496. Por lo tanto, las decisiones económicas que se fundamentaron en el costo o margen de contribución de este producto pudieron mantener grandes niveles de error. El implementar el modelo de control presupuestario puede significar un cambio dentro de

las estrategias corporativas actuales utilizando información confiable que disminuya el margen de error.

Si bien es cierto en términos unitarios las diferencias económicas reflejadas entre el indicador de costo obtenido por el modelo y los resultados estimados con la metodología de costeo tradicional no son significativas (0.15 centavos de dólar aproximadamente), al multiplicar las diferencias por el volumen de producción se puede apreciar que los efectos son sumamente materiales y que las decisiones económicas tomadas probablemente no fueron las adecuadas. En el presente trabajo el impacto obtenido en un solo producto demostró una subvaloración del inventario del 6% equivalente a US\$ 460.000 repartido en varios componentes de costo.

Dentro del proceso de estimación del indicador estándar de costo de cada producto, el desarrollo del modelo genera gran cantidad de datos productivos y financieros que pueden ser utilizados para análisis y toma de decisiones colaterales. Es decir, que el modelo permite generar datos de tiempos de manufactura, niveles de desperdicio, capacidades máximas y dimensionar cada una de estas variables a nivel económico permitiendo obtener pronósticos rápidos de los resultados económicos que puede tener la organización derivados de los cambios en las condiciones de manufactura.

En conjunto con los resultados del modelo se deben establecer políticas de control interno sobre la aplicación del indicador obtenido en donde se pueda definir claramente el tipo de acciones y decisiones a tomar. Toda variación desfavorable sobre el indicador estandarizado puede reflejar un potencial riesgo de reducción de ingresos o pérdida financiera para la organización, por lo tanto, se debe evaluar el impacto de las desviaciones para cada producto y/o actividad en la búsqueda de establecer límites de control que arrojen alertas a los directivos y líneas de supervisión para la gestión oportuna.

El indicador de costo estándar generado a partir del modelo de control presupuestario permite que las organizaciones tomen decisiones respecto de la combinación exacta de venta de sus productos que maximice su utilidad, el ingreso a nuevos mercados potenciales, la eliminación de líneas o productos específicos en el mercado y además permite realizar un control presupuestario o financiero dentro de todas las áreas productivas reflejando las desviaciones respecto de los resultados esperados antes de que estas generen impactos monetarios significativos en la organización; es decir genera una capacidad de respuesta rápida y eficiente.

Existen otras metodologías matemáticas que pueden ser empleadas simultáneamente con los datos de producción y costos de las empresas en la búsqueda de

mejorar la información generada, sin embargo, la metodología aplicada presenta beneficios en cuanto a costos, tiempos de preparación y niveles de complejidad. Por otro lado, se debe considerar que los resultados presentados mediante simulaciones responden a condiciones generales históricas experimentadas por la organización, en casos de escenarios extremos los resultados podrían variar de los esperados para lo cual la organización debe mantener planes de contingencia y continuidad adecuados.

2. Recomendaciones

Las organizaciones en todo el mundo enfrentan una fuerte competencia y están constantemente retadas hacia la innovación. Por lo tanto, los directivos de cada una de las instituciones que administran deben invertir recursos que motiven y permitan desarrollar tecnologías que lleven a sus negocios a nuevos niveles de crecimiento, además de que es indispensable promover en su personal un sentido de flexibilidad y dinamismo a las empresas mediante el control constante y la gestión oportuna de las actividades principales de la cadena de valor.

Al ver las diferencias dentro de la estimación de costos y el posible impacto sobre las decisiones económicas de una empresa, se recomienda que la alta gerencia invierta en los recursos necesarios que permitan mejorar la calidad de la información con la cual se toman decisiones. El modelo de control presupuestario ha demostrado ser una herramienta de bajo costo de inversión con grandes beneficios que trascienden al control financiero y permiten además realizar control de operaciones y servicios.

El modelo de control presupuestario presentado en este documento ha sido trabajado externamente con la ayuda de herramientas como *Microsoft Visual Basic* y *Microsoft Excel*, sin embargo, se recomienda que las empresas trabajen en conjunto con profesionales informáticos y apliquen este modelo para todos los productos disponibles para generar una línea de retroalimentación constante de información desde el sistema ERP. La inversión requerida para la integración del modelo es mínima en comparación con los beneficios futuros que puede tener la empresa.

El sector industrial por naturaleza presenta niveles más altos de inflexibilidad, en consecuencia, las decisiones y controles deben estar enfocados hacia la evaluación preventiva de eventos desfavorables. Los costos de producción constituyen la mayor fuente de egresos de las empresas del sector industrial, generando en ellas la necesidad de mantener indicadores específicos en cada una de sus áreas y productos con el objetivo de mejorar el dinamismo organizacional.

La evaluación y pronosticación de resultados es una tarea compleja y si bien es cierto la metodología de control presupuestario planteada permite obtener resultados muy apegados a la realidad bajo condiciones normales, se recomienda utilizar técnicas econométricas o matemáticas complementarias al modelo, que permitan estimar la incidencia de factores externos no recurrentes sobre los datos utilizados dentro de la simulación con el objetivo de obtener resultados cuantificados de escenarios extremos y así facilitar la toma de decisiones, planes de acción y planes de contingencia de la organización.

Finalmente se recomienda invertir constantemente en herramientas y estudios adicionales que permitan mejorar aún más las metodologías existentes para el análisis de costos y control presupuestario dentro de esta industria. De esta forma se podría contar con información fiable que asegure la adecuada toma de decisiones eficientes dentro del cambiante medio en que actualmente se encuentran las industrias.

Obras citadas

- Barreto, Humberto, y Frank Howland. 2006. *Introductory Econometrics Using Monte Carlo Simulation with Microsoft Excel*. United States of America: Cambridge University Press.
- EC. 2005. *Código del trabajo*. Registro Oficial Suplemento 167 de 16-dic-2005
- Everaert, Patricia, Werner Bruggeman, Gerrit Sarens, Steven Anderson e YvesLevant. 2008. “Cost modeling in logistics using time-driven ABC Experiences from a wholesaler”. *Emerald* 38 (3): 172-197. doi: 10.1108/09600030810866977
- Hoque, Zahirul. 2000. “Just-in-time production, automation, cost allocation practices and importance of cost information: an empirical investigation in New Zealand-based manufacturing organizations” *British Accounting Review* 32: 133-159. doi: 10.1006/bare.1999.0125
- Horngren, Charles, Srikant Datar, y Madhav Rajan. 2012. *Contabilidad de Costos un Enfoque Gerencial*. México: Pearson.
- Iavarone, Paula Gisella. 2012. “Costos por órdenes de producción: su aplicación a la industria panificadora”. Tesis, Universidad Nacional de Cuyo. <https://docplayer.es/12268577-Costos-por-ordenes-de-produccion-su-aplicacion-a-la-industria-panificadora.html>
- Junta de Normas Internacionales de Contabilidad. 2005. *Norma de Información Financiera C-4 Inventarios*. Enero 2011.
- Kaka y Price. 1993. “Modelling standard cost commitment curves for contractors' cash flow forecasting”, *Construction Management and Economics* 11(4): 271-283. doi: 10.1080/014461993000000027
- López, Juan Carlos. 2008. *Guía básica para la simulación de Monte Carlo*. Madrid. Aenor.
- Metropolis, N. 1987. “The Beginning of the Monte Carlo Method”. *Los Alamos Science* 15: 125-130.
- Morton, Backer. 1994. *Contabilidad de costos : un enfoque administrativo para la toma de decisiones*. México: McGraw Hill.
- Muñiz, Luis. 2009. *Control presupuestario. Planificación, elaboración y seguimiento del presupuesto*. Barcelona: Profit.

- Muñoz, Francisco, Carlos Ríos y Roberto Guardado. 1999. “Diseño de un Sistema de Costos Basados en Actividades (ABC) aplicable a la Industria de Helados del área Metropolitana de San Salvador”. Tesis. Universidad de El Salvador.
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/10611/1/G%20914d.pdf>
- Polimeni, Ralph, Frank Fabozzi, Arthur Adelberg, y Michael Kole. 1997. *Contabilidad de Costos*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Walter, J.C, y G. Barkema. 2014. “An introduction to Monte Carlo methods”. *Physica A*, 418: 1-21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.06.014>,